BENCIVENNI

IL LIBRO DELLE SCOPERTE

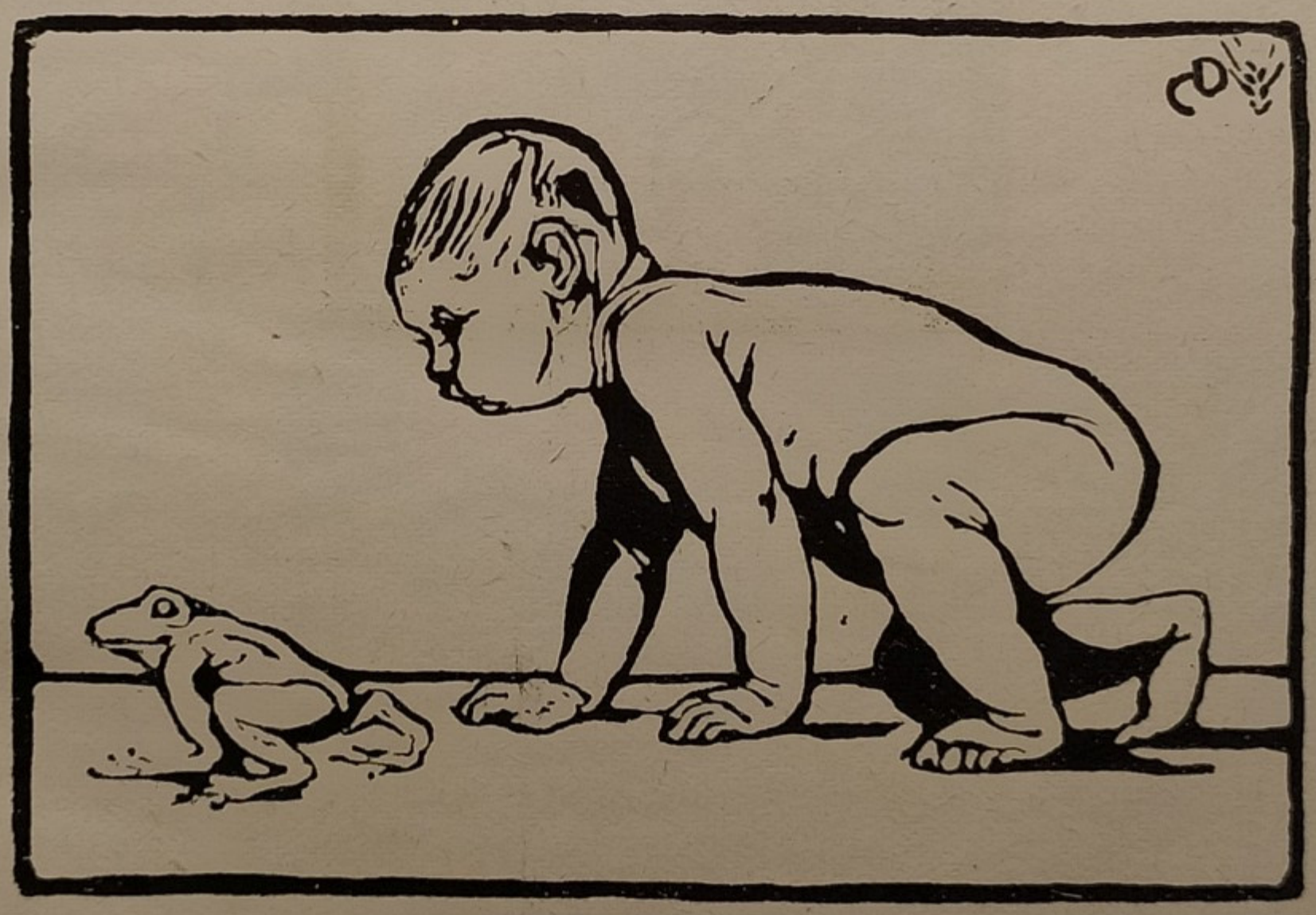
BIBLIOTECA DEI RAGAZZI

N. 31

I. BENCIVENNI

Il libro delle Scoperte

FREGI DI DUILIO CAMBELLOTTI



ISTITUTO EDITORIALE ITALIANO

MILANO

E.
L.

L' ISTITUTO EDITORIALE ITALIANO, *con la creazione di una* BIBLIOTECA DEI RAGAZZI, *crede di avere risolto uno dei più importanti problemi dell' educazione e dell' istruzione del fanciullo. Crede, cioè, di avere fornito ai genitori, alle famiglie, agli insegnanti un possente istrumento per coltivare l'animo, ingentilire il cuore, arricchire la mente, plasmare il carattere dei loro figliuoli o discepoli.*

Còmpito arduo, delicatissimo, al quale l'Istituto Editoriale Italiano — *sorretto dalla nobile cooperazione di tutta una schiera d'eminenti pedagogisti e d'eccellenti scrittori per l'infanzia — s'è accinto con amore grandissimo, preoccupato più che da lucri industriali (come lo dimostra l'abbagliante ricchezza dei volumi in rapporto al minimo prezzo) da ricerche d'interpretazione della psiche del fanciullo italiano, tanto diversa — per ragioni di temperamento, di costumi, di tradizioni, di clima — dalla psiche dei fanciulli d'altri paesi.*

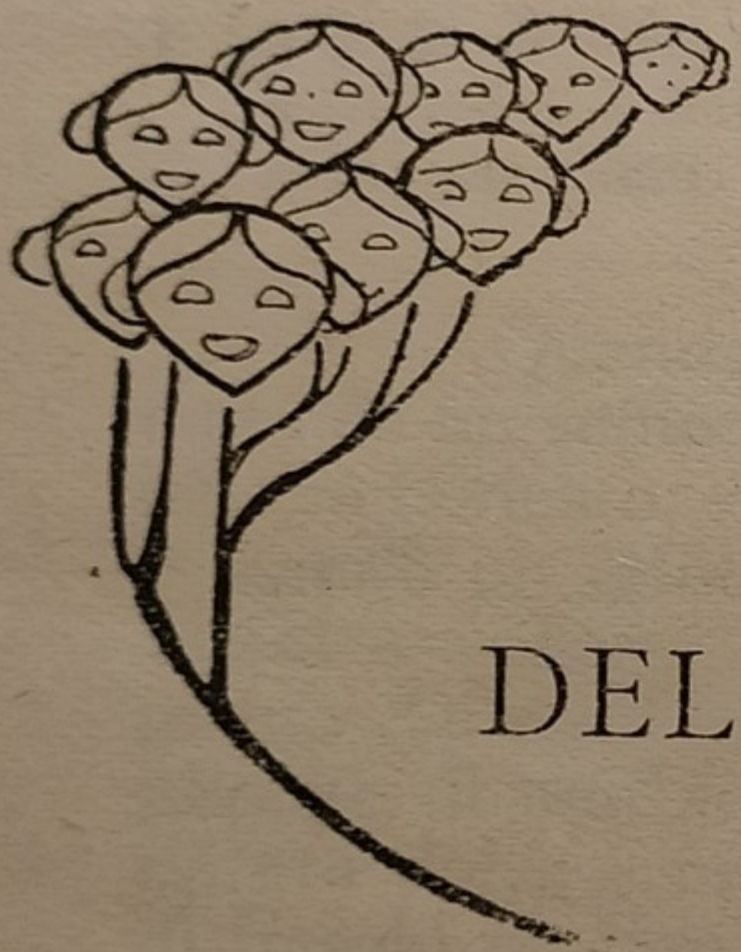
Coloro che hanno presieduto e cooperato al disegno ed alla effettuazione di questa biblioteca sono padri di famiglia essi pure, i quali, moltissime volte, come tanti altri padri italiani, si son trovati di fronte al quesito: «Quale libro posso far leggere a mio figlio?» Quesito imbarazzante, e, sino ad ora, pur troppo insolubile per un padre italiano: poichè, se si eccettuino rarissime opere presto lette e rilette dai nostri figliuoli, nulla di veramente dilettevole, educativo, istruttivo, esisteva per l'insaziabile curiosità dei nostri fanciulli.

L' Istituto Editoriale Italiano, *che ha suscitato in Italia, con le meravigliose biblioteche dirette da Ferdinando Martini e Luigi Luzzatti, una vera rivoluzione nell'arte e nella tecnica del libro, e che ha potentemente contribuito a diffondere in mezzo alle grandi masse del pubblico il gusto della cultura e la conoscenza delle opere più elevate del pensiero e della letteratura, ascriveva come ad un dovere il costituire una biblioteca per i ragazzi.*

Dopo due anni di diligenti selezioni e di studi ponderati, l'Istituto Editoriale Italiano *presenta un quadro organico e razionale di libri, in parte tradotti da capolàvori stranieri, in parte appositamente redatti, i quali formano, senza alcun dubbio, la più bella, la più interessante biblioteca che il ragazzo italiano, dai nove ai quindici anni, possa desiderare, che un padre amoroso e intelligente possa offrire ai propri figli.*

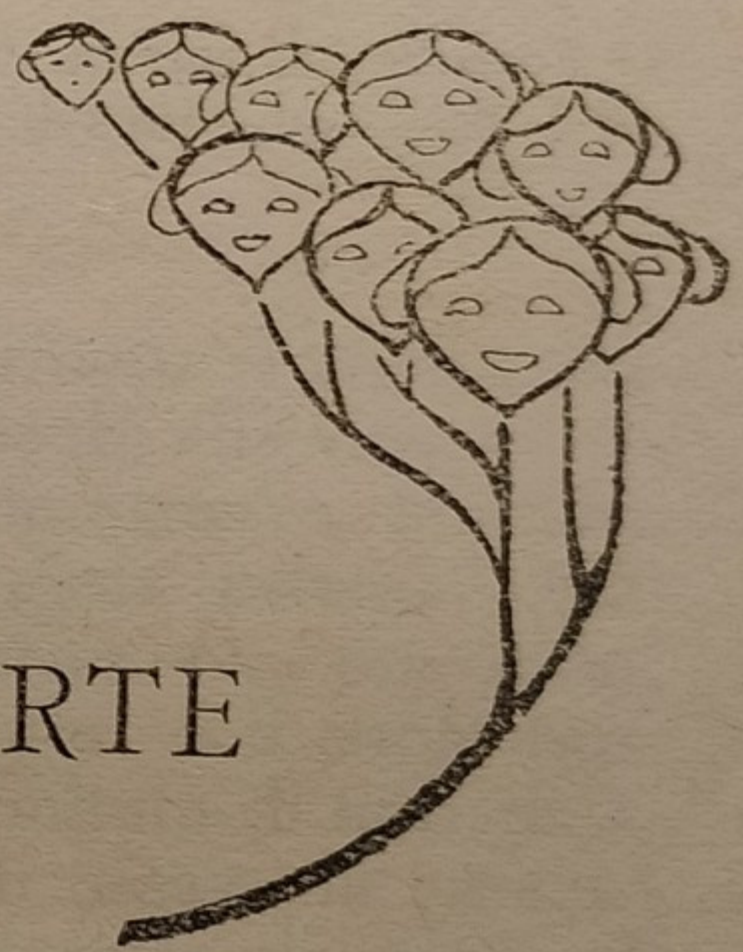
Silvio Spaventa Filippi, direttore del Corriere dei Piccoli, *presiedette con nobile zelo e con rara cultura alla attuazione di questa nostra nuova iniziativa.*

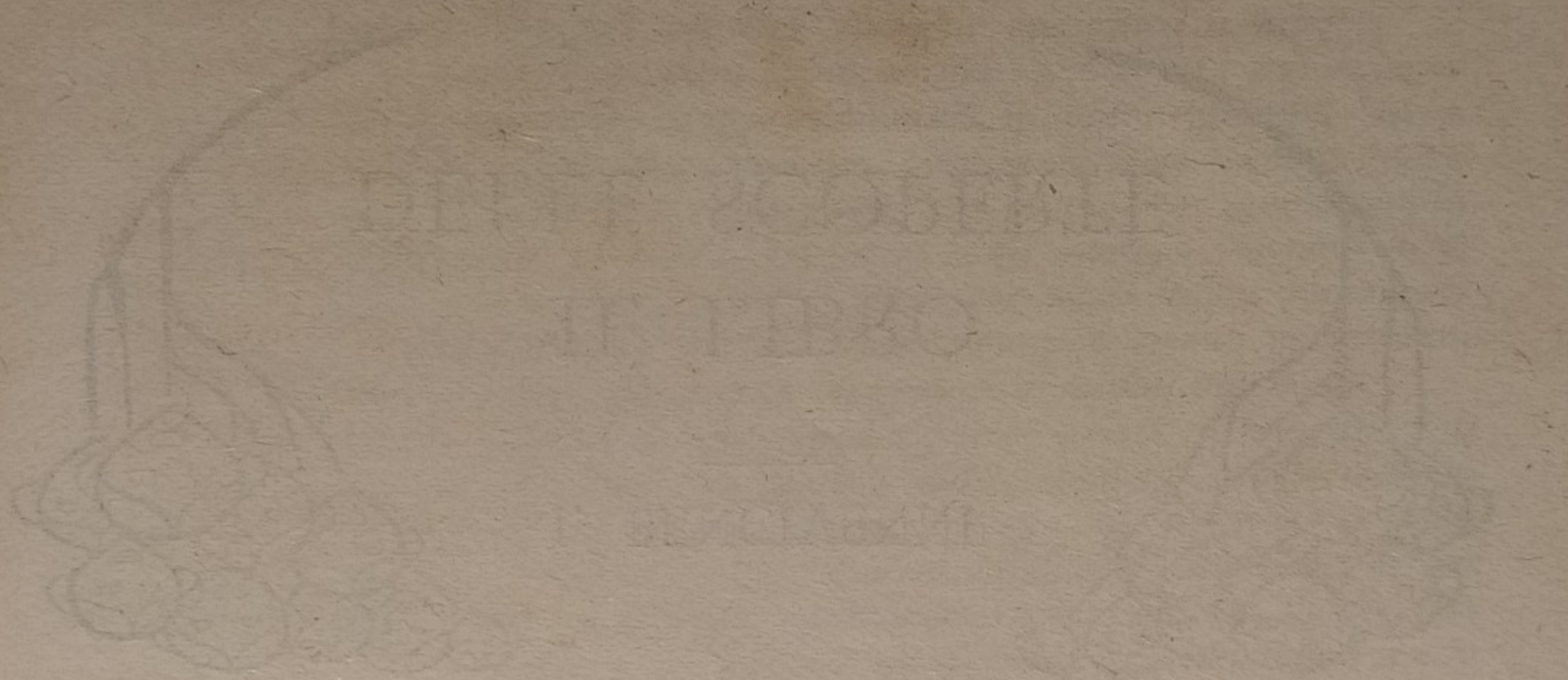
L'ISTITUTO EDITORIALE ITALIANO



I. BENCIVENNI

IL LIBRO DELLE SCOPERTE





LA LEGGENDA DI BISOGNINO

1. La gioia di vivere. — 2. Bisognino. — 3. Amico o nemico? — 4. Illusioni e delusioni. — 5. La tirannia del bisogno. — 6. I bisogni più nobili.

1. — Quando il primo uomo, formato d'argilla animata da un soffio misterioso, aprì gli occhi alla vita, siccome era coricato, vide sopra di sè il cielo azzurro, limpido, e mandò un grido di maraviglia e di gioia insieme. Drizzatosi a sedere, girò lo sguardo intorno. Da per tutto, piante dai rami frondosi carichi di frutta, e il suolo tappezzato di morbida erba vellutata, smaltata di fiori. L'aria era dolce e mite, e il venticello gli recava la carezza di freschi profumi: profumi di timi silvestri, di salvie, di ginestre, di giusquiami, di genziane.

L'uomo aspirò l'aria imbalsamata a pieni polmoni, ed esclamò: — « Com'è delizioso vivere! »

L'orizzonte lontano baciava la sommità dei colli coperti di foreste e le vette della montagna rocciosa, dai fianchi nereggianti di conifere. Nelle valli s'addensavano le querce, e lungo le rive del fiume, il suolo aveva l'aspetto di giardino, ricco d'alberi fruttiferi. Occhieggiava tra le foglie la mela dalla buccia rosata, e « dipendeva dal torto ramo il languidetto fico ».

L'uomo disse:

— La terra è veramente un luogo di delizie. Io non avrò che a stender la mano per procurarmi il cibo; non avrò che ad abbandonar le membra sul fresco e morbido

tappeto erboso, per riposarmi; se pure è lecito parlar di riposo, dove manca la stanchezza, che nasce dalla fatica.

2. — Ma ecco, mentre diceva a se stesso così, una risata squillante lo sconcertò, e voltatosi vide un vecchiettino magro, segaligno, dalla faccia angolosa, che scoteva il capo, quasi commiserandolo. Nel medesimo tempo, udì un sibilo e notò una forma strana moversi rapidamente fra l'erba. Era un serpente che snodava le sue spire, e sollevava la testa squamosa, con la bocca spalancata, rosseggiante, e la sua lingua bifida vibrava sinistramente.

— Scostati; non vedi? — gridò il vecchietto.

L'uomo balzò in piedi, preso dal terrore, e si diede alla fuga. Il vecchietto lo seguiva, incalzandolo da tergo col pungolo, come fa l'agricoltore per eccitare i buoi aggiogati all'aratro.

Allorchè s'arrestò, ansante, spossato, chiese al misterioso personaggio:

— Sono io sicuro qui?

— Per qualche istante, forse. — rispose quegli; — ma poni mente: ogni cespuglio, ogni ciuffo d'erba, ogni avvallamento del suolo, nascondono un'insidia. Bisogna che tu sia vigile, se vuoi sfuggire ai pericoli, e armato contro di essi.

Dal petto affannoso dell'uomo, proruppe un'esclamazione angosciosa. Indi replicò:

— E tu chi sei? dove ti nascondevi prima che io esistessi? Ho in te un amico o un nemico?

— Quante domande mi fai! Io mi chiamo *Bisognino*, e sono scaturito, come te, prima di te, dal seno della vita. Dov'è la vita, io regno, e regna la Necessità mia madre, rigida, assoluta, ferrea.

3. — Posso fidarmi di te? mi sei amico o nemico? — insistette l'uomo con accento desolato.

— È probabile che tu m'abbia in conto di nemico, perchè mio ufficio è non darti mai tregua, esercitare il pungolo per stimolarti a essere sempre desto, pronto

alla difesa e alla conquista; ma nessuno avrai amico devoto e fedele al pari di me. Pensa quale vita sarebbe la tua, se io non t'accompagnassi!

— Dormirei beato, respirerei a pieni polmoni l'aria balsamica, mi nutrirei dei frutti squisiti che la terra produce in tanta copia.

— E rimarresti quale sei, miserabile, nudo, poco dissimile dal verme che striscia sul suolo, ignorante degli strumenti ingegnosi, delle armi potenti che possiedi. Io sarò invece il tuo maestro, e t'insegnerò a usarne, a crearne dei nuovi, a moltiplicare la tua forza, a renderla superiore a quella d'ogni vivente. Diverrai il padrone di tutto ciò che ti circonda.

L'uomo ascoltava, pieno di stupore.

— Tu puoi tanto?

— Io solo. Nessuno è più potente di me. T'affaticherò senza posa, e ti renderò scontento, irrequieto, continuamente ansioso di nuove conquiste. Vedi quel poggio lontano lontano, indorato dal sole? Par che basti salire lassù, per toccare il cielo!

— È vero.

— Ebbene, incamminati. Sopporterai volentieri la fatica del viaggio per giungervi.

— Chi sentirà la fatica, se tanta bellezza, tanta gioia, m'aspettano?

4. — Bisognino rise, con un riso breve e stridulo.

— Ebbene, la gioia si convertirà in una delusione. Il cielo sfuggirà davanti a' tuoi occhi avidi d'azzurro e di luce. Ti si parerà invece davanti, a immensa distanza, una vetta scintillante, e la mia voce ti sussurrerà all'orecchio: — « Là, veramente, potrai toccare il cielo... »

— Fosse vero! Io muoverò tosto verso quella vetta...

— Dove t'aspetta una nuova delusione. Come v'avrai posto il piede, tu troverai che sul tuo capo si stende lo spazio infinito, e a' tuoi occhi si disegnerà un'altra vetta più lontana.

— Nulla avrò dunque guadagnato!

— Al contrario. Sul culmine eccelso, respirerai a-

perto e pieno il vigor della vita. Di poggio in poggio, di vetta in vetta, le tue ascensioni ti condurranno sempre più in alto. Sentirai accrescersi le forze, esulterai nella vista degli orizzonti sconfinati, e la mia voce ti ripeterà: — « Avanti ancora! sempre avanti! » — Poserai stanco nel seno della terra tua madre, e il grande viaggio non sarà compiuto. Altri lo continuerà dopo di te, seguendo le tue orme, ostinato e instancabile. È probabile che qualche dirupo gli attraversi la via, che qualche macigno s'abbatta su lui e lo schiacci, che una belva lo divori, che un fulmine l'incenerisca. Chi gli tien dietro, stimolato dal mio pungolo e dalla mia voce, non s'arresterà per questo. Egli passerà sul macigno spezzato, domerà e incatenerà la belva, costringerà il fulmine a ubbidirgli...

5. — Esclamò l'uomo:

— Allora, io mi sentirò pago, e scuoterò la tua tirannia.

— Non lo pensare. Io sono la vita, che non cessa mai, che si rinnova e si trasforma sempre... — Sai che « Bisognino » fa trottar la vecchia? La fa trottare, benchè non stia bene in gambe. Eh... sì, il corpo vuole sonno, cibo, vesti. Nella notte, avrai bisogno d'armi per difenderti dalle belve affamate, che io spingo in cerca di preda. Le loro insidie, le intemperie, la stanchezza, ti renderanno necessaria una dimora. Io t'insegnerò la previdenza.

— Quando sarò divenuto previdente, e avrò cibo, vesti, armi, dimora, non t'obbedirò più.

Bisognino scosse il capo, e sul suo labbro apparve un ghigno sarcastico.

— Allora, anzi, la tua obbedienza sarà maggiore e più pronta. In te, i desiderî si moltiplicheranno via via li appagherai. Soddisfatte le prime necessità, saziata la fame, estinta la sete, riposato il corpo nel sonno, edificata l'abitazione, tu cercherai il benessere. Non ti basterà più il giaciglio di foglie secche, sul quale stenderai le membra per abbandonarle al sonno, e ti comporrai il letto. Non ti contenterai, per cibo, di semi, di radici,

di carne cruda, ma inventerai la cucina. Vorrai convertire l'antro affumicato, che t' ha ospitato, nella comoda abitazione. Una volta assicurata l'esistenza, bramerai il benessere, e te lo procurerai col lavoro delle tue mani. In ciò tu sei diverso dagli animali. A poco a poco, ti studierai di produrre la maggior quantità di cose nel minor tempo, e con la minore fatica, perchè i Bisogni miei figliuoli ti pulluleranno intorno, affaticheranno la tua mente, e ti renderanno riflessivo. Verrà tempo che il luogo dove hai stanza ti parrà angusto, non potrà nutrire tutta la tua gente, andrai in cerca d'altro suolo da coltivare e da abitare. Sarà guerra; saranno pericoli e disagi. Il pensiero e il caso t'aiuteranno: ma sempre al caso dovrà unirsi il pensiero. Tu imparerai a osservare, a cercar le cause di quanto avviene intorno a te, e le conseguenze, gli effetti, non solo dei fenomeni, ma delle tue azioni medesime. Così dominerai tutte le energie che la vita benefica ti offre, farai tuo pro di quegli elementi che un tempo credesti rivolti a tuo danno, e per opera tua sorgerà la civiltà. In mezzo al mare, si vedono sorgere talora delle isole nuove. Sono pazienti accumulazioni di madrepore, che salgono lentamente dal fondo, e che durarono inavvertite per secoli e secoli. Appaiono a fior d'acqua, s'innalzano, splendide, pittoresche, sorridenti. Così avverrà della civiltà. Incalzato da me, e dalla numerosa famiglia de' miei figli, tu la comporrai con la tua opera industre e alacre, a poco a poco, e vi metterai il lievito vivificatore dei grandi ideali. La civiltà sarà la corona di sovrano con la quale cingerai la fronte.

6. — Dal petto dell'uomo uscì una esclamazione di stupore. E Bisognino soggiunse:

— Io posso ben più. Chi riuscirà mai a misurare il mio potere?

L'uomo replicò:

— Siimi dunque educatore, maestro, guida. M'avrai sottomesso alla tua volontà; ma bada, ti opporrò un giorno la volontà mia, e ti dominerò, se accennerai a diventar tiranno.

— Quando ti ribellerai, sarà per ubbidirmi ancora, sempre. Io sono nel tuo sangue, ne' tuoi muscoli, ne' tuoi nervi, ne' tuoi sensi, nel tuo cervello. Verrà tempo che non avrai fame soltanto di cibo e sete di liquido: ma la tua vista, il tuo udito, il tuo olfatto, il tuo gusto, il tuo tatto, il tuo sentimento, il tuo pensiero, a volta a volta, reclameranno il loro diritto. Allora ti ribellerai a un bisogno per appagarne un altro più nobile. Io t'auguro che più potenti su te siano i bisogni dello spirito; ma anche agli altri, poco o molto, dovrai sottometterti sempre. Tale è la legge eterna della vita. Vieni.

E l'uomo imprese il suo viaggio eroico.

IL MAGO DEL FOCOLARE

1. La leggenda del cervo e il suo significato. — 2. Una leggenda della Polinesia. — 3. I bastoncini generatori del fuoco. — 4. L'esperienza. — 5. L'acciarino. — 6. Come si alimenta la piccola fiamma. — 7. Conservazione del fuoco. — 8. La storia del fuoco è la storia della civiltà. — 9. Il fuoco sacro.

1. — L'uomo aveva freddo, e le buie notti erano piene di terrore. Gli ululati, i ruggiti delle belve, rompevano il silenzio, e dalle forre saliva il sibilo del vento.

Sapete chi gli portò la prima favilla di fuoco, perchè suscitasse la fiamma e si riscaldasse? Ve la do in cento. Fu il corvo. Anch'esso, nel buio ci si trovava male. Avendo saputo che un celebre medico teneva il sole, la luna, le stelle, nascosti in una scatola, insieme con la divina scintilla, volò attraverso le tenebre e andò a trovarlo. Giunto da lui, prese la forma di bimbo, e il medico lo credette figlio d'una sua figliuola. Così, gli diede la magica scatola perchè si baloccasse. Allora aprì la cassetta: il sole, la luna, le stelle, appena furono liberi, fuggirono in cielo. Il corvo riprese la sua forma vera, afferrò la scintilla col becco, e spiccò il volo per riportarla agli uomini.

Questa leggenda corre fra le tribù che popolano la regione sud-est dell'Alaska [1], e ha senza dubbio questo significato: che l'uomo conobbe il fuoco naturale, prima d'imparare a produrlo artificialmente. Quel fuoco,

[1] Penisola del nord-est, nell'America Settentrionale, che appartiene agli Stati Uniti.

certo, accrebbe il suo terrore, invece d'appagarne il bisogno di calore e di luce.

I fulmini, sprigionandosi dalle nubi durante gli uragani, cadevano su le foreste e le incendiavano; i vulcani, dai crateri e dai crepacci aperti sui loro fianchi, vomitavano tra le fiamme lave incandescenti. Non di rado, il precipitare di qualche masso dall'alto suscitava, percotendo su le rocce, piogge di scintille, e i rami secchi, i tronchi d'albero imputriditi, accumulati nelle foreste, fermentando, s'accendevano. I lampi, guizzando nella notte, l'illuminavano rapidamente.

Dall'incendio si diffondevano luce e calore. L'uomo apprese ben presto che le belve fuggivano alla vista del fuoco, o s'arrestavano atterrite, senza osar d'inoltrarsi. Gli bastò pertanto chiudersi in un ampio cerchio di fuoco durante la notte, per trovarsi al sicuro.

Ancora non sospettò di quali e quanti benefizi gli sarebbe prodigo il fuoco. Assai più tardi lo seppe, e creò le leggende soprannaturali, dove si narra che gli dei avevano voluto privarnelo, e che egli era stato costretto a procurarselo con l'astuzia o col furto. I Greci ne trassero il mitico poema di Prometeo, l'eroe che rapì la prima scintilla al sole in una canna cava, per animarne l'uomo, da lui foggiato con la creta. Di che Giove lo punì, facendolo inchiodare da Vulcano sopra una rupe del Caucaso, e mandando un avvoltoio a divorargli il fegato.

Ma l'apologo del corvo, che io v'ho narrato, significa pure un'altra cosa: che il fuoco veniva portato dall'una all'altra tribù, dall'una all'altra casa. Le tribù che lo perdevano cercavano di procurarselo nuovamente nel miglior modo possibile.

2. — Una leggenda, raccolta fra gli abitanti della Polinesia narra la storia del fuoco.

Da principio, gli uomini mangiavano cibi crudi. Non sentivano il freddo, perchè l'aria era mite. Ma i cibi crudi, specialmente la carne degli animali, generavano malattie, e il clima diventò improvvisamente rigido, sicchè tutti ne soffrivano. Mafnie, dio del Terremo-

to, ebbe pietà di essi, e fece scaturire il fuoco dalle viscere della terra. Sapendo ora di poterlo trovare quando loro piacesse, come avviene anche ai tempi nostri di tutte le cose che abbondano, essi non si curarono di conservarlo, e venne un giorno nel quale non lo trovarono più. Allora fu un pianto, perchè senza fuoco non avrebbero potuto vivere; ma di nuovo Mafnie udì i loro lamenti, venne fra essi, e disse:

— Non temete. Voi troverete il fuoco in ogni legno che tagliate. Guardate i fusti del bambù, quando il vento impetuoso li agita. Sfregano forte gli uni contro gli altri, e ne nasce il fuoco. Voi non avete che a far lo stesso, e il fuoco nascosto nel legno verrà fuori.

3. — Così i Polinesiani impararono a produrre il fuoco a loro talento, poterono cuocere i cibi e riscaldarsi. Non avevano che a prendere due bastoncini d'ibisco [1], ben secchi, l'uno lungo dal più al meno ottanta o novanta centimetri, e largo poco più di 6; l'altro lungo circa trenta, e far scorrere l'estremità inferiore di questo, foggiata a scalpello, avanti e indietro sul primo, tenuto ben fermo, che rappresentava il focolare, nel senso della lunghezza di esso, da prima lentamente, poi con velocità sempre maggiore, scavandovi una specie di solco, largo dai dieci ai dodici centimetri, a guisa dell'aratro nel suolo. Infatti, quest'operazione fu detta arare, e il legno che apriva il solco si chiamò aratro. Il legno del focolare, per l'attrito, si sfaldava in minutissime schegge e in nastri sottili, che in cinque secondi, perdurando lo sfregamento, s'accendevano. Il « focolare » non serviva più d'una volta. Se i due bastoncini erano di bambù lo sfregamento produceva una polvere minuta, che s'accendeva del pari prestissimo. Il legno dolce, invece, indugiava di più a prender fuoco. Si alimentava poi la fiamma con erba secca, quando non la si comunicava a un pezzetto d'èsca, o a una spoletta fatta con fibre di kawa [2] intrecciate, o con tessuto di cotone.

[1] Malvavischio.
[2] *Kawa*, o *kava*, specie d'arbusto del pepe, della Polinesia.

Ma non da per tutto si produceva il fuoco « arando. » I malesi, per esempio, ancora sfregano un pezzo di bambù attraverso la fibra, come chi sega un fusto, con un altro pezzo di bambù affilato a guisa di coltello. Molte tribù tengono altro modo. Fanno girare a guisa di trapano un bastone secco verticale dentro un altro ancor più secco, e alquanto fradicio, che vien tenuto fermo orizzontalmente con le mani e coi piedi sul suolo. Altre hanno per quest'uso un congegno particolare, che consiste in un rozzo trapano, formato dell'asta o fuso verticale, del manico perforato, che serve a muoverlo, facendovi passar dentro il fuso, e della cordicella, da mettere in azione col sollevare e abbassare alternato delle mani.

Si suol dire che il mangiare insegna a bere. Questi mezzi per accendere il fuoco furono abbandonati, dove se ne trovò uno migliore; ma chi insegnò a migliorare fu certo il caso.

4. — Che l'attrito continuato produce calore, gli uomini primitivi l'avevano appreso prima dai fusti del bambù, e poi dalla loro esperienza. Il caso rivela una proprietà delle forze naturali, e l'uomo se ne giova per soddisfare i proprî bisogni. Una pirite che ne percuota con violenza, cadendo, un'altra, genera delle scintille. Non occorrerà di spiegarvi che la pirite è una combinazione di zolfo col ferro o col rame, perchè di certo lo sapete.

È facile pensare che osservando il fenomeno, a qualcuno venisse in capo di riprodurlo artificialmente, e d'utilizzarne gli effetti. — In sostanza, tutte le grandi invenzioni son nate così: dal caso o da esperimenti suggeriti dall'osservazione di fatti naturali. Perchè si fa un esperimento? Perchè s'immagina, si suppone, che possa produrre un determinato effetto. Se veramente lo produrrà, voi lo ripeterete ogni volta vi farà comodo ottenere quell'effetto. Se non lo produrrà, imparerete probabilmente un'altra proprietà utile della quale giovarvi all'occorrenza.

Avete mai veduta una macchina a vapore, la quale metta in movimento, per esempio, lo stantuffo d'una

pompa? Che occorre per produrre del vapore, da impiegare in un dato lavoro? Voi direte: — « Mettere dell'acqua in una caldaia, senza riempirla, e farla bollire, lanciando il vapore che ne vien generato in un condotto, perchè raggiunga il corpo dello stantuffo. » — Qui vi verrà fatto di ricordare che la proprietà del vapore d'espandersi, e però di generare una forza la quale agisce sopra un corpo che le opponga resistenza, fu insegnata all'uomo dal caso, come l'insegna ogni giorno ai ragazzi inesperti che mettono ad arrostir le castagne sul fuoco senz'averne prima aperta con un taglio la buccia. Non si fa dunque che « applicare », cioè riprodurre, come vi dicevo, artificialmente, pensatamente, il fenomeno naturale, per utilizzarne gli effetti.

Ma è probabile che riproducendolo in modo così semplice, avvenga un altro effetto, inatteso: lo scoppio della caldaia. Diciamo pure che « è certo ». La fiamma riscalda il fondo della caldaia, e il vapore generato dall'acqua che v'è dentro ne riscalda la parte superiore. Quale credete che si riscaldi di più? Lì per lì, parrebbe la parte inferiore, e non è vero, perchè qui la lamiera è costantemente bagnata e refrigerata dall'acqua, che assorbe tutto il calore. Nella parte alta della caldaia, invece, la lamiera si riscalderà a tal segno, da divenir quasi rovente. Immaginate che l'acqua entri nella caldaia in maggior copia, da toccar quella parete arroventata. Si formerà calore in tale abbondanza che la lamiera non potrà resistere allo sforzo, e scoppierà.

Se volete assicurarvi di questa proprietà dell'acqua, d'assorbire il calore tutto per sè, v'insegnerò un esperimento facile. Prendete un foglio di carta, e foggiatene una scatolina. Con un ago, fate passare su la metà di ciascun orlo un filo, per formarne una specie di manico, ed empitela d'acqua; dopo di che sollevatela e tenetela sospesa su la fiamma d'una lampada o d'una candela, in guisa che la tocchi. Avverrà una cosa stupefacente. Il fondo della scatolina, benchè di carta, non brucerà affatto, anche se vi si lasci finchè l'acqua bolla. La ragione è quella che v'ho detto. Il calore passa tutto attraverso il foglio, per espandersi nell'acqua... —

Conseguenza: la parte della caldaia che riceve direttamente il così detto *colpo di fuoco*, deve rimaner sempre e tutta piena d'acqua. Ecco perchè sotto di essa furono aggiunti due grossi tubi, della medesima lunghezza, uno da ciascun lato, comunicanti mediante altri due tubi minori col corpo della caldaia, dove l'acqua non giunge mai oltre la metà. Facendo ricevere direttamente il « colpo di fuoco » ai bollitori, che son sempre pieni d'acqua, il pericolo di scoppio è scansato. Ma scansato non vuol dir evitato del tutto. Il giorno che un fuoco troppo vivo generi una quantità di vapore straordinaria, rieccoci daccapo. Allora l'induzione suggerì che occorreva trovar la maniera di far uscire dalla caldaia la quantità di vapore esuberante. Come fare? Fu aperto un foro nella parte superiore della caldaia e foggiato un turacciolo conico di metallo, adattato al foro, in guisa che combaciasse con gli orli e lo chiudesse ermeticamente, lo si fermò a una leva, attaccando un peso all'estremità libera di essa. — Finchè la quantità di vapore contenuta nella caldaia è normale e ha una tensione regolare, il turacciolo, premuto dalla leva e dal peso che può scorrere su questa, e l'aggrava più o meno secondo il bisogno, rimarrà fermo. Appena invece la tensione aumenta troppo, la leva e il peso che l'aggrava non reggono più allo sforzo, il peso si solleva, e per il foro che rimane aperto, il vapore esuberante sfugge. Il congegno che v'ho descritto vien chiamato valvola di sicurezza.

5. — La mia descrizione sarebbe a questo punto fuor di luogo, se non avessi voluto dimostrarvi come s'imparino a conoscere, a regolare, a moderare, a rendere utili le forze naturali, osservando il concatenarsi degli esperimenti e il perfezionarsi dei congegni. La nostra domestica sa un'infinità di cose, che l'esperienza le ha insegnate, benchè non sia in grado di rendersene ragione, e in grazia di essa le fa sempre meglio.

Si diceva dunque che il cozzo di due piriti insegnò all'uomo un'altra maniera più spiccia d'accendere il fuoco. Perchè più spiccia, può sembrare un perfezionamento dell'altre; ma chi lo sa poi? Forse è antica da quanto

Tenda di Pellirosse.

lo sfregamento dei due bastoncini, e fu in uso dove abbondavano le piriti. Se ne sfregavano due l'una contro l'altra e ne sprizzavano le scintille. Ovvero, si percuoteva la pirite con una scaglia di selce, avvicinandola a un pezzo d'ésca, perchè la scintilla v'appiccasse il fuoco. Finalmente, la pirite fu sostituita da una targhetta d'acciaio, detta da noi *acciarino*. Questo sistema durò fino al principio del secolo passato, e se ne servivano i nostri nonni. Diciamo di più. Ancora il pastore della Sardegna e della Corsica, il montanaro, il mandriano delle Alpi, il marinaio, usano l'acciarino, che è per essi lo strumento più economico e più appropriato per accendere il fuoco o la pipa. Il fiammifero, all'aperto, non resisterebbe all'impeto del vento, che favorisce invece l'accendersi dell'ésca.

Questa consiste in legno spugnoso imbevuto di quella coppale impura e molto infiammabile, che si trova in piccole masse grigiastre e poco dense al piede degli alberi resinosi; ovvero in funghi che crescono su la corteccia delle betulle e dei vecchi pioppi imputriditi. Mentre la scintilla sprizza dalla percussione della selce su l'acciarino, le si avvicina l'ésca, che subito s'accende.

6. Appena il fuoco si manifesta, lo si alimenta soffiandovi su per suscitare la fiamma. Anche questo mezzo è suggerito dall'esperienza. Chi non ha veduto il fuoco avvivarsi per l'azione del vento? La domestica, ogni volta che vuole accendere della carbonella in un veggio, vi depone un carboncello già acceso, e l'espone su la terrazza, sul balcone, sul davanzale della finestra. Ella ha veduto che sempre l'aria mossa espande il fuoco nel veggio o nel braciere, e suscita, dai tizzoni, sul focolare, la fiamma, e però tiene quel modo, senza sospettare che trasporta con l'aria il comburente necessario ad alimentare il fuoco.

Noi soffiamo sul fuoco, perchè i tizzi ardano; ma è facile intendere che un tal mezzo non è opportuno, finchè si tratta di fuoco ottenuto con lo sfregamento. Le schegge, i nastrini, la polvere che si ottengono dal ba-

stoncino usato come focolare, verrebbero dispersi dal soffio. Il produttore del fuoco si limita a muovere lievemente l'aria con la mano, a guisa di ventaglio, sul piccolo focolare.

Il soffio giova quando il fuoco è stato comunicato all'erba, alle foglie, ai rami secchi, ai ceppi, e giova su l'esca, appena accesa. Ma l'espediente istintivo dell'usar la mano come ventaglio suggerisce ben presto un mezzo più appropriato. Una larga foglia, un pezzo di corteccia sottile, un lembo di pelle d'animale disseccata, delle larghe ali d'uccelli, vengono fatte servir da ventole. È un uso che vediamo tuttavia nelle nostre case, dove non sia ancora entrato come combustibile da cucina il gas. Le ventole vengono fatte di cartone o di penne. Spesso, in mancanza d'una ventola vera e propria, vedrete la domestica servirsi del coperchio d'un paniere di vimini. Ella non sa d'imitare le tribù tessitrici o fabbricatrici di canestri.

Come dalla mano si passa alla ventola, e per un altro uso al ventaglio, così è naturale il passaggio dalla bocca al soffietto. Si dice dalla bocca per abbreviare, ma voi sapete che tutto il nostro apparato respiratorio, (polmoni, trachea, cavità orale, labbra) compone un vero e proprio soffietto a mantice.

Su le prime, probabilmente, l'uomo si contentò di allungarlo, specialmente per ravvivare grandi fuochi accesi, adattando alle labbra una canna cava, sia per tenersi discosto dalla brace che esala acido carbonico, sia per diriger meglio l'aria; ma non andò molto, e l'esperienza gli suggerì la creazione d'uno strumento sul modello dell'apparato respiratorio. Egli sostituì il mantice al polmone, un tubo conduttore alla trachea e alla bocca, ed ecco lo strumento appropriato. Se da principio il mantice fu un semplice otre, e il tubo una canna, è facile pensare come vennero via via i perfezionamenti; ma chi sia stato in qualche casa di montanari, avrà potuto veder tuttavia in uso un tubo di ferro abbastanza lungo che serve per soffiar sul fuoco a coloro che vi siedono intorno. Anche i cuochi giapponesi l'usano per accendere o avvivare il fuoco nei fornelli.

7. — Acceso il fuoco, l'uomo cercò il luogo più adatto a conservarlo e a servire agli usi domestici. Pur oggi, negli ovili di Sardegna, solitari in mezzo ai chiusi o *tanche*, e in molte abitazioni, il focolare occupa il centro della capanna o della stanza, e per un foro sul tetto, n'esce il fumo. È il camino primitivo; e a mano a mano, per una serie di perfezionamenti raggiunse la forma che ha oggi e gl'inconvenienti che presentava furono rimossi.

Per lo più, in quelle rozze dimore delle quali or ora vi parlavo, il foro è sul tetto, riparato all'esterno da due pietre o da due tegoli appoggiati l'uno all'altro, sia per dirigere il fumo dalla parte donde spira il vento, sia per impedire che sul focolare cadano la pioggia e la neve. Altrove, una pentola senza fondo, collocata sul foro, serve anche meglio ad aspirare il fumo. Sono le forme iniziali del fumaiolo. Esso viene ben presto prolungato e reso più efficace col sovrapporre l'una all'altra più pentole sfondate, spalmandole di fango nelle congiunzioni. A poco a poco, s'imparò a scavare il focolare nello spessore del muro, e ne nacque la canna del camino per condurre fuori il fumo.

Guglielmo I, detto il Conquistatore, perchè conquistò nel 1066 l'Inghilterra, introdusse nel suo regno un ingegnoso strumento a forma di campana che serviva a coprire il fuoco per conservarlo, donde il suo nome di *campana coprifuoco*; ma assai prima si ricorreva, a questo scopo, al mezzo molto semplice di coprire la brace e i carboni accesi con uno strato di cenere. L'uomo, per impararlo, ebbe soltanto a raccogliere la propria attenzione su le correnti di lava eruttate dai vulcani, che ricoperte di cenere, si mantenevano incandescenti per un tempo indefinito. Dovunque, sempre, la grande maestra è la natura medesima.

8. — Ma per la maggior parte delle popolazioni primitive, il fuoco sacro era quello piovuto dal cielo, nato dal fulmine che incendiava le foreste, e veniva religiosamente conservato. L'estinguersi di esso era ed è tenuto, presso molte tribù selvagge, come segno di

sventura. Fra i Taveta dell'Africa Orientale, il fuoco dei villaggi non viene mai lasciato spegnere, e si crede che duri fin dal giorno in cui apparve il primo uomo. Dove si spenga in qualche capanna, viene riacceso, prendendo in prestito un tizzone acceso da qualche vicino.

La storia del fuoco è una delle più attraenti, perchè è la storia medesima della civiltà, in tutte le sue manifestazioni. Conquistato il fuoco, il mago del focolare, la vita si trasforma. È sempre la natura che insegna a cuocere i cibi. Che è dunque la maturazione, se non la cottura naturale dei frutti della terra al calore del sole? Come i frutti ben maturi sono più gustosi e si digeriscono meglio, così è dei cibi cotti. Anche qui, il caso sveglia prima l'attenzione, poi la riflessione, perchè senza riflettere non è possibile trar profitto dell'esperienza. Di questo, parleremo a suo luogo.

La cottura dei cibi è seguita, indi accompagnata, dalla fabbricazione di recipienti d'argilla adatti a quest'uso. Il fuoco riscalda e illumina; il fuoco serve a indurire il legno dei pali da piantare nel terreno acquitrinoso e degli strumenti da pesca e da caccia. Per abbattere un albero, se ne bruciano il tronco al piede o le radici. Ma utilità ben maggiore ha il fuoco, trasportato dal focolare domestico alla fucina. Esso dà modo all'uomo di lavorare e rendere malleabili, duttili, i metalli, per farne arnesi e ornamenti d'ogni specie. S'è già detto che il fuoco mette in fuga le belve. Più tardi appresta i mezzi opportuni alla caccia e alla guerra. Senza fuoco, l'agricoltura è impossibile.

9. — La favola narra che Trittolemo, re d'Eleusi, apprese da Cerere l'arte di coltivar la terra e l'insegnò agli abitanti dell'Attica, dopo aver inventato l'aratro. Furono gli albori della civiltà. L'aratro di Trittolemo non è più il tronco d'albero, col ramo ricurvo che apre il suolo e scava il solco; ma ha il coltro di ferro foggiato al fuoco e reso lucente dalle zolle.

S'intende pertanto che il fuoco fosse considerato da antichi popoli come una divinità e adorato. Voi ricorderete che in Roma il fuoco sacro veniva mantenuto costan-

Officine Krupp a Essen.

Officine Krupp a Essen.

temente acceso nel tempio della dea Vesta, da nobili donzelle che si consacravano a quest'ufficio. La Grecia ebbe in Atene il Pritaneo, dove il fuoco rimaneva costantemente acceso.

Tanto il Pritaneo quanto il tempio di Vesta erano costruzioni rotonde. In origine avevano muri fatti di graticci e tetto conico di stoppie. Or bene, appunto in capanne di vimini, rotonde, col tetto conico di stoppie, dimoravano i capi degli antichissimi villaggi italici. Allorchè partiva una colonia, per recarsi ad abitare altrove, il fuoco per la capanna del capo di essa veniva preso dal focolare del capo del villaggio d'origine: simbolo della parentela che si perpetuava.

Il raccogliere le legna per quei focolari fu ufficio delle donne appartenenti alla famiglia dei capi; ma quando la capanna del fuoco sacro divenne tempio, esso passò a fanciulle, che rappresentavano le figlie dei re primitivi, o che erano tali, come, secondo la leggenda, Rea Silvia, madre di Romolo.

La civiltà ha fatto quasi sparire dalla casa il focolare, sostituendolo con le stufe, con i termosifoni che irradiano il calore: ma la poesia del focolare le sopravvive. Noi chiamiamo focolare domestico la casa, dove il dolce tepore avvicina le persone della medesima famiglia, crea e alimenta gli affetti, avvince le anime nelle stesse gioie, nelle stesse speranze, nelle stesse fedi. I medesimi effetti derivarono alla grande famiglia umana durante il succedersi dei millenni trascorsi.

LA CASA

1. La casa e la civiltà. — 2. La dimora all'aperto. — 3. Grotte e caverne. — 4. La tenda e la capanna. — 5. Le abitazioni lacustri o palafitte. — 6. Costruzioni in muratura. — 7. Città e villaggi.

1. — M'avvenne una sera d'incontrare un « senza tetto ». Raccontava coi singhiozzi nella voce d'essere stato sfrattato dalla casa che abitava, perchè non aveva potuto pagar la pigione. Vagava smarrito; il suo volto esprimeva lo scoramento e l'angoscia. Ma un tetto finì per accoglierlo in ogni modo: il tetto preparato dalla carità per quelli che ne son privi. Il « dormitorio pubblico » gli schiuse la porta ospitale, ed egli v'entrò con angoscia. Era un operaio disoccupato, vedovo da poco. I suoi due bimbi li avevano raccolti i vicini. Certo, non s'addormentò tranquillo quella sera nel dormitorio comune, pensando alla sua povera casa distrutta e a' suoi figliuoletti.

La casa non è soltanto, voi lo sapete, il luogo che ci accoglie nell'ora del riposo o in quella dei pasti quotidiani: non soddisfa unicamente un bisogno materiale, ma s'appropria qualcosa di noi, il nostro respiro, la nostra voce, i palpiti del nostro cuore. Vive, sente, parla co' suoi echi: si riempie di memorie e di dolcezze... Che pena passare dalla casa « nostra » al ricovero dove la persona perde il suo contrassegno particolare, che è il nome, e vien chiamata col numero del letto concesso alle sue membra stanche o fin che duri l'ospitalità; dove bisogna coricarsi e levarsi all'ora prescritta, dopo la

quale, perchè è trascorso il tempo destinato al sonno, l'ospite notturno diventa di nuovo un senza-tetto. — La casa è il luogo di convivenza delle persone unite da un vincolo di sangue e di cuore, che non si sentono intere se non sono insieme, che hanno bisogno l'una dell'altra, che si comunicano il calore e l'affetto. Una casa, un focolare, una piccola società di gente che si vuol bene : ecco il nucleo della vita civile, dove nascono e si afforzano i migliori sentimenti, il crogiòlo dove si elabora la civiltà. I figli sciamano : sorgono altre case intorno a quella paterna, altre famiglie vi pullulano, si formano le parentele.

Finchè non nasce la casa, la vita dell'uomo è animalesca, ferina : mancano in lui il senso della simpatia e della pietà, della benevolenza e della gentilezza; manca la bontà che è il lievito dell'amore. Dove la casa crolla, finiscono le convivenze, si raffreddano gli affetti, si sciolgono i legami : l'uomo ripiomba nello stato semi-selvaggio; e però la carità s'adopera a che ogni povero abbia la sua casa, l'ami, ne faccia l'oggetto delle sue cure, la renda bella, vi trovi il benessere e la gioia.

2. — L'uomo primitivo fu un « senza tetto ». S'ha un bel dire che del tetto non n'aveva bisogno, perchè il clima era caldo, tropicale, e gli bastava per tenda, nella notte, la volta del cielo stellata come il giorno gli davano ombra le rupi e gli alberi giganteschi. Quell'età lontana non aveva i nostri rigidi inverni... — Benedetto pur esso, l'inverno che avvicina, che ci fa stringere gli uni accanto agli altri, bisognosi di calore, e ci toglie alle tristi, malsane suggestioni della solitudine!

Quegli uomini di piccola statura, tozzi, tarchiati, coperti di pelame fulvo, dalle lunghe, arruffate capigliature lucenti come il rame, che coprivano la fronte fin presso l'arco delle sopracciglia, dall'occhio truce, dal naso schiacciato, dal mento sfuggente, avevano aspetto feroce. Il movimento della mascella inferiore all'innanzi, le labbra turgide, la chiostra dei denti bianchissimi, serrati, taglienti come scalpelli, affilati, che di-

grignavano quasi volessero mordere, anche quando le labbra sorridevano, l'andatura ineguale e rapida su le gambe corte e arcate che si flettevano al ginocchio, quasi da poco avvezze a sostener da sole il peso del corpo, gli urli coi quali manifestavano il terrore, l'ira, il bisogno, indicavano la bestialità. Si capisce come non cercassero altra dimora che quella delle bestie. Abitavano per lo più su le rive dei fiumi, tra gli alti pioppi e i salici dai lunghi rami spioventi. Le loro notti erano agitate da paure e da spaventi. Belve feroci uscivano dalle foreste, s'appressavano nell'oscurità, li assalivano, divoravano i più deboli, e quelli che si lasciavano cogliere nel sonno. E però, il tramonto era per essi angoscioso : fuggivano con lunghi ululati, s'arrampicavano agli alberi, per accovacciarsi tra i rami...

3. — Gli antri furono abitati dall'uomo più tardi, quando il clima cessò d'esser mite. Il freddo costrinse gli uomini a cercarsi un rifugio, a cooperare al soddisfacimento dei comuni bisogni e alla comune difesa. Questo avvenne durante il periodo che fu chiamato glaciale, perchè appunto i ghiacci coprirono d'ogni parte la terra, distruggendo molte specie di piante e d'animali, trasformando il paesaggio, prima verdeggiante di praterie e di macchie folte d'olivi, di fichi, di bosso, d'alloro. Il vento umido soffiava su sterminate foreste di pini, e i ghiacciai discesi dalle montagne, per le forre, per i burroni, avevano invase le pianure, formandovi laghi cristallini, sui quali il sole, al suo levarsi, metteva fantastici riflessi rosei e azzurri. L'uomo era sopravvissuto, resistendo a sofferenze inaudite, e uno dei mezzi di resistenza fu l'abitazione.

Nelle grotte, negli antri, nelle caverne, avevano dimora le belve, e specialmente il grande orso, la jena, la tigre. Pensate che terribile lotta per scacciarne quegli ospiti sgraditi!

Ma un'altra circostanza deve indurvi a riflettere. Il bisogno dell'abitazione coincide col destarsi degl'istinti umani e con l'aprirsi dell'intelligenza. L'aspetto dell'uomo non aveva più del bestiale; il volto n'era nobile,

con la fronte spaziosa, il naso bene delineato; le gambe, fatte vigorose, gli consentivano di gareggiare in velocità con gli animali più leggèri e facili al corso. Apparteneva a una razza intelligente e operosa d'assai superiore agli abitanti delle foreste e delle praterie primitive. Da prima furono popolati i ripari attigui alle grotte, formati da sporgenze di rupi, che servivano di tetto, proteggevano gli abitatori dal vento, e concentravano il calore. Delle pelli d'animali, a guisa di tende, le chiudevano in giro; ma sul davanti, durante il giorno, rimanevano in tutto o in parte sollevate, per lasciar entrare l'aria e la luce. — A poco a poco, vennero occupate le grotte, poi la parte più esterna delle caverne. Immagino che saprete quale differenza corra tra grotta e caverna: in ogni modo, non sarà inopportuno spiegarlo brevemente. La grotta è una cavità naturale più o meno ampia, comunicante direttamente con l'esterno, mediante la fenditura o l'apertura per la quale vi si entra: la caverna è una serie di cavità comunicanti l'una con l'altra, ora direttamente, ora per mezzo di gallerie. Al confronto della grotta, che rappresenta l'abitazione formata d'una sola stanza, la caverna è il palazzo che ha sale e camere in gran numero.

Mentre gli uomini del periodo anteriore non avevano altra arma e altro strumento che un pezzo di pietra tagliente o acuminata, i trogloditi (si chiamavano così gli abitatori delle caverne) s'erano foggiati, con la selce, delle lame, delle punte, dei raschiatoi, delle seghe adatte ai varî usi, e nelle loro dimore, su l'ampio focolare ardeva il fuoco perenne.

4. — A poco a poco, grotte e caverne furono abbandonate. L'uomo si rattristava nella tetraggine che vi dominava. Dall'alto, l'acqua pioveva in assidui stillicidî, alcuni dei quali, trasportando piccoli depositi calcari, formarono le stalattiti, che dànno a molte di quelle caverne un aspetto così fantastico, colonne e giganteschi ricami frastagliati insieme. Esse divennero sepolcreti, asili dei morti. I vivi sentirono il bisogno d'aria e di sole; usarono la tenda, che ha qualche somiglianza con i

primitivi ripari. Questi erano in parte naturali, in parte artificiali. Una parete e il tetto venivano offerti dalla rupe: i fianchi e il davanti, si formavano, dicemmo, con pelli d'animali. Bastava sostituir la rupe con altre pelli, addossate a sostegni.

D'altra parte, la grotta e la caverna, formatesi naturalmente nelle rocce, non s'incontravan che su le montagne. Coloro che abitavano gli altipiani, le valli, le pianure, dovevano prepararsi in altro modo l'abitazione.

Fragile e angusto rifugio la tenda, che il vento impetuoso abbatte, e che non protegge abbastanza dalle intemperie; ma potete rappresentarvi l'attendamento primitivo collocato in luogo riparato da rupi o da piante, e ogni tenda circondata da un fossatello per lo scolo delle acque. Dalla tenda alla capanna era facile il passaggio. Quattro grossi tronchi d'albero confitti nel suolo, e riuniti in alto da tronchi minori trasversali, ne formarono l'armatura: le mura e il tetto furono fatti con rami incrostati di fango. Non di rado, scavata una larga fossa quadrata, si piantavano i grossi tronchi di sostegno negli angoli e s'erigeva la capanna, una specie di covo semi-sotterraneo, come se ne trova ancora tra i selvaggi, specialmente dell'Africa meridionale.

Sorta la capanna, che ricorda il riparo e la grotta, si capisce che l'estenderla come la caverna, riunendone più d'una, o costruendone di vastissime, da suddividere in più stanze, separate da tramezzi, venne da sè. La tenda rimase alle tribù nomadi, costrette dalla necessità a mutar luogo; e s'attendavano per lo più lungo le rive dei fiumi, o sui margini delle foreste. Più tardi, queste tribù poterono raggiungere la civiltà, e precisamente dopo che ebbero dimora fissa. Fu la famiglia raccolta nella dimora stabile, che perfezionò la casa, l'ampliò, v'introdusse tutte le comodità reclamate da' suoi bisogni. L'uomo amò la casa, dove gli affetti si maturavano; dove lo sforzo assiduo delle generazioni che si succedevano s'allacciava in uno slancio istintivo, continuo, di progresso; dove i figli continuavano il lavoro dei genitori, che era spesso anche il loro lavoro, perchè

vi avevano prestata fin dai primi anni la loro cooperazione. La civiltà usciva a mano a mano, benefica e radiosa, dalle mani inconsapevoli dell'uomo diventato socievole.

Accanto a lui, nella dimora consueta o intorno ad essa, gli animali addomesticati s'adunarono via via: l'onagro paziente e il cavallo focoso, il cane fedele e la capra amica, il toro che doveva soccorrerlo della propria forza per squarciare il seno alla terra, e la vacca prodiga del buon latte che nutre e ristora.

5. — Ma un altro tipo d'abitazione fu creato dall'uomo primitivo, nei luoghi percorsi da grandi fiumi ovvero occupati da laghi. Egli aveva certamente osservato che i castori fabbricano ingegnosamente sul fiume o sul lago le loro case con rami d'albero troncati rodendo, e li ripara con dighe dall'irrompere dell'acque. Essi gli furono maestri. Co' suoi rozzi strumenti di pietra, abbattè gli alberi da servire alla bisogna, e dopo averne appuntiti sul fuoco i tronchi, li piantò sul fondo dei fiumi o dei laghi, assicurandoveli con mucchi di ciottoli; indi li riunì con travi, sui quali dispose delle tavole, in guisa da formare larghe piattaforme, che ricoprì di terra. Su queste piattaforme, congiunte alla riva da lunghi e stretti ponticelli, fabbricò le capanne, di legno, col tetto a due spioventi, di rami d'albero coperti di foglie e di fango. Quei ponticelli, forse, venivano, almeno in parte, rimossi o sollevati al cominciar della notte, per la sicurezza della famiglia che v'abitava.

Più tardi, in piena civiltà medievale, i potenti signori imitarono queste costruzioni. I loro castelli avevano intorno (e qualcuno se ne vede ancora) un largo fossato pieno d'acqua, e vi si accedeva per un ponte, detto levatoio perchè rimaneva sempre sollevato, e calava soltanto per dare il passo alle persone della famiglia e agli amici.

Non solo si trovarono in fondo ai laghi gli avanzi di quelle rozze abitazioni, che appunto furono da alcuni scienziati chiamate *lacustri* e da altri *palafitte*; ma esistono pur oggi in più luoghi, presso popolazioni sel-

Gru idraulica in un laminatoio di ferro.

vagge: nella Nuova Guinea, nelle isole Celebes, a Ceram, a Mindanao, nelle isole Caroline. La città di Borneo s'eleva tutta su palafitte, e così Tcherkask sul fiume Don. Che altro è Venezia, se non una città innalzata su palafitte in mezzo alla laguna?

Perchè si costruirono, dove fu possibile, queste abitazioni su l'acqua, invece che su la terra ferma? La risposta è agevole. Nell'acqua l'uomo primitivo aveva un mezzo naturale di difesa. Dai paduli fangosi, dalle folte selve, sbucavano le fiere, ed era facile alle tribù nomadi, in cerca di preda o di dimora, l'assalto a capanne isolate o riunite in villaggi. Le palafitte, insomma, sorsero per la medesima ragione che indusse i signori medievali, dei quali vi parlavo testè, a circondar di fossati i loro castelli. Non appena si resero possibili più validi mezzi di difesa, vennero abbandonate, o servirono per conservarvi gli utensili e le provvigioni. Le nuove abitazioni furono fabbricate su la riva del fiume o del lago, e moltiplicandosi le une presso le altre, formarono i villaggi.

6. — Fragili capanne, come vedemmo, e nondimeno utili in quei tempi di continui sconvolgimenti. Eruzioni di vulcani, terremoti, parevano scardinar la terra ad ora ad ora, e non avrebbero certo resistito le nostre salde costruzioni, dalle mura erte e dalle fondamenta profondate nel suolo. Ma sia col lento calmarsi degli elementi, sia col manifestarsi ognor più imperioso della necessità, la capanna primitiva si convertì attraverso i secoli nella casa ben fondata e construtta. Il vento impetuoso e le piogge torrenziali sollecitarono l'uomo a lenti ma continui miglioramenti. Egli accumulò le pietre tolte alle montagne, e come un giorno il caso gl'insegnò che l'argilla impastata con acqua indurisce nel fuoco e si converte in pietra, diede opera a servirsene, facendone mattoni, dovunque la pietra venne a mancargli. Il materiale da costruzione variò, secondo il luogo dove la casa sorse. Su le montagne o alle falde di esse, le rocce gli fornirono i massi, ed egli non ebbe che a spezzarli per renderli maneggevoli, in guisa da poterli so-

vrapporre gli uni agli altri, e murarli da prima con fango, poi con calce mescolata a rena, e da ultimo con cemento. Dov'erano giacimenti d'ardesia, prese da essi le lastre per formarne il tetto, come s'usa tuttavia nei paesi della nostra bella riviera ligure di levante.

Chi ha letta la storia di Roma, conosce la leggenda della sua fondazione. Romolo apre un solco per indicare dove le mura devono sorgere a chiudere e proteggere l'abitato, composto di capanne. Sulla traccia del solco, vengono scavate le fondamenta, tanto più profonde quanto è più necessario che resistano a ogni urto. Ben presto, la casa, a somiglianza della città, ha i suoi muri spessi e radicati nel suolo, che ne rendono i penetrali sicuri. Le aperture per introdurvisi, basse e sbarrate durante la notte con travi nella capanna primitiva, diventano porte stabili, e fanno della casa il sacrario chiuso agli stranieri. L'uomo ormai ha già scoperto il ferro che gli fornisce la materia per gli strumenti agricoli, per le armi, e per munire di sbarre, di cardini, di spranghe, la porta dell'abitacolo. La sua ingegnosità gli fa trovare ogni giorno miglioramenti e perfezionamenti nuovi. La casa dei capi è più vasta, più forte. Ha un atrio, e parecchie stanze interne, ciascuna destinata a un particolare uso. Perchè a Roma la casa del re sorge sul colle palatino, così chiamato da Pale, l'antica dea della pastorizia (i primi romani, come ricorderete, furono pastori) prende il nome di palazzo, che s'estese con l'andar del tempo a tutti gli edifizi più grandi e construtti con magnificenza, destinati a servir d'abitazione ai ricchi, ovvero ad accogliere i magistrati pubblici e le assemblee, quando gli uni per esercitare il loro ufficio, le altre per discutere, s'adunarono in luoghi chiusi, invece che su le piazze.

Come la casa, per tal modo, si trasformarono città e villaggi, e accanto al palazzo sorsero a poco a poco templi, teatri, terme, circhi. Il tempio, costruzione maestosa, consacrata alla divinità, s'innalzò superbo su tutti gli edifizi circostanti, co' suoi colonnati, che ricordano il tronco degli alberi da cui era sostenuta la casa primitiva. Chi non riconosce nella base il ceppo delle ra-

dici che s'allarga affondandosi nel suolo, e nel capitello ornato di foglie il punto nel quale i rami si biforcano prima d'espandersi?

Quale immenso cammino dalla grotta, dal riparo, dalla tenda, alla costruzione moderna, dove ogni piccolo bisogno è preveduto, dove l'aria e il calore circolano e la luce s'espande portando la salute e la vita: dove la famiglia respira il benessere: che tutte le invenzioni, tutti i trovati dell'ingegno umano hanno contribuito a rendere più comoda, più bella, più lieta, più atta a educare nell'uomo il senso della compostezza, della dignità e della libertà personale. — La parola «casa», infatti, è diventata sinonimo di famiglia, perchè la convivenza costituisce un vincolo, e la comunanza della dimora crea la comunanza delle idee e dei sentimenti, l'aiuto reciproco, e salda gli affetti. La famiglia vi cresce, si fa numerosa, sciama, come l'albero si copre di gemme, che diverranno rami vestiti di foglie e carichi di dolci frutti.

Pompe in azione in un incendio.

LA STORIA D'UN PANINO

1. Gughi scontento. — 2. Il pane primitivo. — 3. Le scoperte sono il prodotto degli sforzi collettivi. — 4. Il mulino. — 5. Il forno. — 6. Il lievito. — 7. Quel che non si sa.

1. — Ogni mattina, Gughi si vede metter davanti, sopra la mensa, una scodella ricolma di buon caffè e latte, nel quale il pane bianco, fresco, spugnoso, s'inzuppa deliziosamente. Ma egli guarda con occhio malinconico il bel panino uscito or ora dal forno, destinato a lui. Meglio i crostini, lievemente rosolati dal fuoco, e spalmati di burro, che sono così squisiti! o i grissini, che nel caffè e latte ingrossano, ingrossano, e diventano dolci, morbidi, gustosi... — In questo pensiero, allontana sgarbatamente col gomito il panino dorato, fragrante, e s'imbroncia e china il capo su la mensa, facendogli guanciale del braccio.

— Ah, tu non sai... — dice al suo orecchio una voce, rimproverandolo dell'atto sgarbato.

— Che ho da sapere? — pensa, o dice tra sè, che è poi lo stesso.

Già il pane, a Gughi, dà noia. Ne farebbe volentieri a meno, e farebbe a meno della minestra, se il suo babbo, con fermezza, non imponesse: — « O questa, o niente ». — Non si vive dunque anche dell'altra buona roba che vendono sul mercato?

E la voce:

— Di tutto si vive. Ma io sono l'alimento più necessario. Tu non rammenti; ma *pa* è la prima sillaba che incominciasti a balbettare da bimbo. Con essa domandavi il cibo, e chiamavi il babbo...

Dunque era il panino che parlava alla fantasia di Gughi, il quale s'ostinò a respingere ogni buona ragione.

— Il pane... Ecco, io preferisco i pasticcini, e non mangerei altro. Cioè, sì: anche le frutta... e la carne bene insaporita dall'intingolo o arrostita, specialmente nel forno.

E la voce daccapo:

— Gusti da ghiottoncello; ma io sono l'alimento per eccellenza. Ne vuoi una prova? Guadagnarsi il pane vuol dir guadagnarsi da vivere. Siccome *pan*, in greco, significa *tutto*, se mi fosse consentito di opporre il mio debole parere a quello dei dotti, e non potessi venir accusato di vanagloria, direi che il mio nome ha il medesimo significato, perchè il pane contiene tutti i materiali necessarî a nutrire i tessuti del nostro corpo, anche quelli che si trovano nei prodotti animali. Ha torto dunque il proverbio di avvertire che « di solo pane non si vive ». — Certo è che un pane si porta con sè, dove occorra: è il viatico del pellegrino, che l'addenta e si sazia, ed è contento, anche se l'accompagna soltanto con qualche sorsata d'acqua pura.

— Pane e acqua: il castigo che mi fa più paura. Meglio nulla.

— Non diresti così, certo, se tu durassi a non aver altro per qualche giorno. Vedi? il povero che riceve il pane dell'elemosina, lo bacia prima di mangiarlo o di riporlo. Ei riconosce che nel pane è la vita.

— Una vita grama...

— Non sai quel che dici. Gli antichi lo considerarono come un dono degli dei. Cerere, dea delle biade, n'ebbe culto per il suo dono prezioso: n'ebbe culto Saturno che lo coltivò. Gli Sciti...

— Chi sono costoro?

— Gli abitanti di quel paese che oggi si chiama Russia meridionale. — Gli Sciti, dicevo, offrivano ogni anno agli dei un aratro e un giogo d'oro, in ringraziamento di quelli che avevano avuto dal cielo. Perchè il giogo serve a tener uniti e sottomessi i buoi, e l'aratro a squarciar le zolle, per seminarvi il frumento.

2. — Gughi stava per muovere una domanda; ma la voce lo prevenne.

— Da principio, — soggiunse, — i semi del frumento venivano mangiati così com'erano sgranati dalla spiga, e solo all'alba della civiltà si cominciò a frangerli, a triturarli, per renderne più facile la masticazione. Ma non s'aveva idea di mulino, com'è inteso oggi. Mole o macine erano i denti, detti appunto molari perchè fan l'ufficio di schiacciare, mentre gl'incisivi tagliano e i canini lacerano le fibre. L'aver in bocca denti di varia forma e di vario uso, vuol dir che l'uomo è onnivoro: si nutre di sostanze vegetali e di sostanze animali, perchè ha bisogno delle une e delle altre. Ma i molari, a furia di triturare grani secchi, si consumano presto (basta guardar quelli de' cavalli), e però si pensò di frangere quei grani, di sminuzzarli, prima di cibarsene. Una larga e lunga pietra, leggermente incavata e un largo pestello, furono gli strumenti primitivi della macinazione. Le donne, che provvedevano a questa bisogna, mettevano il frumento nel cavo della lastra, inginocchiate, e facevano scorrere sovr'esso avanti e indietro il pestello, foggiato in guisa da potersi afferrar con le mani, appoggiandovisi con tutto il corpo. La farina grossolana scendeva sopra una seconda lastra, collocata un poco più bassa, ed ecco il pane primitivo.

— Doveva essere saporito! — brontolò Gughi di cattivo umore.

— Tale lo trovava l'uomo d'allora, perchè gustoso, il companatico. Sai come si chiamava questo? Appetito. Ma non durò molto l'uso di masticar farina. Pensa quale ingrata sensazione dalla bocca impastata. Non meno ingrata quella che gli uomini avevano dalla farina sciolta nell'acqua, a guisa delle minestre che si sogliono chiamar farinate, e d'altra parte poco nutritiva: donde l'eccitamento a cercar qualcosa di meglio. Queste che sembrano oggi piccole scoperte, furono già scoperte grandi, e le determinò sempre la medesima causa: il bisogno. I denti molari avevano suggerita la prima rozza macina: il formarsi lento del bolo insegnò a impastar que' tritumi prima di metterli in bocca. Bastò

che una piccola quantità di farina intrisa con acqua s'essiccasse, perchè quella specie di cottura la rendesse più gradita. E allora, di farina intrisa furono formati i pani, e lasciati essiccare, prima al sole, poi al fuoco, e come questo sovente li carbonizza, sotto la cenere calda.

3. — Maestra assidua, la necessità. Le grandi, come le piccole scoperte, appartengono « all'uomo », non « a un uomo » : nascono dall'esperienza comune che si accumula, e se un uomo le rivela, vuol dire che la sua riflessione, la sua azione, le hanno compiute. Ma le prime, le più importanti, sprigionatesi dall'intelligenza umana bambina, rimasero anonime. È la comunità degli uomini che lavora nella grande fucina della vita il progresso. Anche a voler ricercare l'origine di molte scoperte moderne, ci perderemmo in un laberinto inestricabile di nomi. Lo stesso accadrebbe a chi volesse ritrovar gli autori di certi detti, di certe massime popolari, che sono esperienza e saggezza condensata, di certi motti, di certe leggende, di certe fiabe, di certe canzoni. La civiltà è un edifizio che tutte le generazioni, e tutti gli uomini d'una medesima generazione, cooperarono a costruire. — L'espediente col quale un uomo ottiene un effetto utile, rimuove una difficoltà, si comunica tosto ad altri: spesso, molti vi ricorrono allo stesso modo, senza sapere gli uni degli altri. La scoperta è il risultato dello sforzo collettivo d'una comunità o d'una razza, il prodotto del suo genio. Come esistono uomini dalla mente più pronta, dalla visione più sicura di altri, così esistono tribù, nazioni, razze geniali, che progrediscono prima, e tribù, nazioni, razze, dallo spirito chiuso, torpido, che rimangono a lungo nello stato primitivo, se non vengono in contatto con le prime, e che pur profittando della genialità di esse, rimangono sempre inferiori.

Senza genio inventivo, però, non esiste alcuna razza. Non ne mancano neppur gli animali inferiori, gl'invertebrati, che in certi frangenti provvedono alla loro difesa, alla loro salvezza con mezzi manifestamente riflessivi. Che dire dei vertebrati? Un enorme elefante

cozzava con la fronte contro un grosso albero, per farne cadere al suolo i frutti scotendolo. Non è questa da considerarsi come una scoperta, utile ne' suoi effetti al fine che l'animale si proponeva?

Nella società umana primitiva, la genialità è diffusa, comunicativa, come la scintilla che genera il fuoco dove cade, e lo propaga su estensioni sconfinate.

4. — Ma io ho qui dimenticato Gughi, che ascoltava la voce misteriosa, da lui attribuita al panino disprezzato.

— Come l'esperienza ebbe dimostrato che il fuoco rende più grato il cibo, — diceva la voce, — il pane vero fece la sua apparizione. Bada però, ce ne volle. Ancora, i romani antichissimi si cibavano di frumento, in grani interi o pestato grossolanamente, bollito nell'acqua. Per avere il buon pane, sano, saporito, occorrevano tre cose : il mulino, il forno, il lievito. Il rozzo mulino, fatto d'una pietra concava nel mezzo, e d'un pestello, non poteva dar buona farina; eppure è in uso pur oggi tra popolazioni selvagge. Ma ben presto lo sostituirono due pietre rotonde, sovrapposte. L'inferiore, più larga, aveva una concavità nel mezzo, con la quale combaciava una convessità corrispondente della superiore. Presso l'orlo di questa, in un foro aperto apposta, era piantato un grosso piuolo che serviva a farla girare, sicchè il frumento, versato fra le due pietre o macine, stritolato, venisse ridotto in farina. Siccome il congegno era pesante, non bastavan più le donne : occorreva forza ben maggiore. L'idea di servirsi degli animali addomesticati non s'affacciò subito alla mente dell'uomo. La grave fatica veniva sopportata dai servi, dai prigionieri, dagli schiavi, che non sempre valevano quanto una bestia da tiro. Poi venne il *pistrino* o *pilastrino*, che fu un perfezionamento della macina girevole. Consisteva in una pietra a forma di tronco di cono, fissa, e sopra, rovesciata, v'era un'altra pietra conica della stessa forma, vuota, che alla sommità aveva una scanalatura terminata in alto a imbuto, dentro la quale si versava il frumento o altro cereale da macinare, e adatti fori lo conducevano tra le

due macine, che per mezzo d'una leva di ferro si potevano avvicinare o allontanare. Su la macina superiore, che i romani chiamavan *cotillus* o *vaso*, erano incastrate due stanghe, che gli schiavi facevano girare. Solo più tardi, v'aggiogarono cavalli o asini, bendati, perchè non soffrissero di capogiro. Pensa. Quegli animali andavano, andavano: avevan l'illusione di percorrer nel buio una lunga strada, e se veniva loro tolta la benda, si ritrovavan sempre nel medesimo luogo. Ancora il pistrino è usato in molti luoghi, pur da noi, nei villaggi e nei paesi scarsi d'acqua. In ogni casa di Sardegna, « su molente », bendato, l'asinello gira intorno al pistrino, adagio, con la testa e l' orecchie basse. Vennero poi i mulini ad acqua, che apparvero in Italia sotto Augusto. Appena però quattro secoli dopo se ne videro da per tutto. Chi non li conosce? L'acqua condotta dal canale a una chiusa, ne esce al sollevarsi della cateratta, e percotendo su le pale della grande ruota, la mette in movimento. Quel movimento vien comunicato nell'interno a un perno, che fa girare le macine. Il frumento versato nella tramoggia vien ridotto in farina, che cade a mano a mano in un cassone. — Su le balze montane, su l'alto dei poggi, s'incontrano i mulini mossi dal vento. Così la forza bruta fu sostituita alla forza dell'uomo e degli animali: ma ben altro miracolo doveva compiere l'industria moderna, con i grandi mulini meccanici, dove alle macine sono sostituite coppie di cilindri di ghisa dura, d'acciaio, di porcellana: i primi per la rottura dei cereali, i secondi per lo sfarinamento, gli ultimi per rimacinare i semolini. Il cereale da macinare passa da una tramoggia all'altra, e dall'una esce il primo semolino; da quelle che seguono, il fiore, o farina di prima qualità; indi le farine inferiori, e da ultimo la crusca. Perchè non solo il cereale vien macinato, ma anche abburattato. Le massaie passano la farina attraverso lo staccio, più o meno fitto, secondo il bisogno; ma nel mulino meccanico quest'operazione si rinnova ogni volta la farina esce di sotto i cilindri. attraverso una rete o un velo che lascia passare le particelle più sottili e trattiene quelle maggiori, che devono essere rimacinate.

5. — Gughi pensava :

— Quanto lavoro per un po' di pane!

E la voce :

— Ti pare? Buon pane, buon sangue, ragazzo mio; e per aver buon pane, occorre farina di frumento pulito, sano, asciutto, ben macinata, bene abburattata. Il buratto e lo staccio liberano la farina dalle crusche, non nutritive perchè non digeribili. Ma oltre tutto questo, è necessario che il pane sia ben cotto. — Occorre il forno. — Le popolazioni primitive provvedevano alla cottura della farina ridotta in pasta in modo assai semplice. Il loro forno era il più semplice immaginabile : un mucchio enorme di legna accesa, dove si mettevano ad arroventare delle pietre spesse, rotonde, simili a quelle che servono ai calzolai per picchiarvi su il cuoio, salvo che erano ben piane e lisce. I *testi* sui quali le donne del contado sogliono cuocere le focacce le ricordano meglio. Infatti, la focaccia fu il pane primitivo. Stesa la pasta sopra una di quelle pietre arroventate, la si ricopriva con un'altra, su la quale si distendeva nuova pasta. A questa veniva sovrapposta ancora una pietra arroventata, e così di seguito, finchè si formava una pila abbastanza alta. Fra l'una e l'altra pietra veniva a trovarsi una focaccia. Il pane era lesto; ma non aveva niente che vedere con quello fine, spugnoso, leggero, dalla corteccia dorata e croccante che esce dai forni moderni. Il forno venne dopo, allorchè l'esperienza, al solito, indusse l'uomo a riflettere che la buona cottura è prodotta dal calore uniforme. Chi non ha veduto un forno comune? Un piano circolare di tabelloni, o di tufo, una vôlta sovrapposta a guisa di campana; una bocca per la quale, su larghe pale, viene introdotto il pane da cuocere; un lastrone di lamiera per chiuderla. Il calore si disperdeva dalla vôlta? E l'uomo vi radunò sopra uno strato di terra grassa o di sabbia, per lo spessore d'un metro. I prodotti della combustione l'affumicavano? E l'uomo ne fece sporgere alquanto il piano fuor della bocca, formando il così detto altare, e sopra l'altare innalzò il camino. Le prime infornate ebbero sapore disgustoso? E l'uomo ne cercò la causa. Egli la trovò

subito nella qualità della legna, buttata dentro a casaccio, umida, fradicia, verniciata, e la scelse d'allora in poi secca, pulita, sottile, da poterla spargere su tutto il piano o suolo del forno, una volta convertito in brace. Ogni errore ammaestrò ed ebbe la sua correzione. Il combustibile collocato troppo discosto dalla bocca del forno, o troppo vicino, ardeva male e non riscaldava il forno in modo uniforme? Provando e riprovando, l'uomo accertò che vuol essere deposto distante da essa circa un terzo della lunghezza del piano. Come assicurarsi che il riscaldamento fosse adatto a ottenere una cottura regolare? Altro insegnamento dell'esperienza. L'uomo imparò che il grado di riscaldamento è giusto, quando la volta presenta una tinta biancastra, o anche dal calore che esce dalla bocca. I pani s'insudiciavano di cenere o dei residui della brace? Egli ebbe cura di ripulire il piano con una scopa bagnata, prima di deporvi il pane da cuocere. La fiamma del combustibile si volgeva in direzione della bocca, perchè da essa le veniva l'aria donde prendeva l'ossigeno necessario ad alimentarla, allontanandosi dalla vôlta, che tardava a riscaldarsi? Vi provvide praticando nel centro del forno due o tre fori, comunicanti col camino, per attirare le fiamme in modo eguale verso tutte le parti della volta, sicchè si riscaldassero prontamente e uniformemente. Allo stesso modo, apprese a infornar prima i pani passati di lievito, e poi gli altri, a chiudere la bocca del forno col lastrone, finchè il pane fosse cotto : a saggiar la cottura dal colore e dalla consistenza, prima di sfornare... — Ma questi forni, riscaldati mediante combustibile, sono ancor primitivi rispetto ai moderni, muniti di valvole, che consentono di tener chiuso il forno anche mentre si riscalda, impedendo al calore di disperdersi. Sotto il piano del forno fu aggiunto il bollitore, consistente in un tubo di ghisa, nel quale è un serpentino dove circola l'acqua da riscaldare per la fabbricazione del pane, sicchè questa riman preservata da ogni impurità. Per dare ai pani il bel colorito dorato, che li rende gradevoli e appetitosi alla vista, subito dopo averli introdotti nel forno, vi si lancia sopra un getto di vapore con certi apparecchi detti ap-

punto vaporiere. Il vapore si condensa e ne umetta in modo eguale la superfice. Finalmente, venne l'abolizione del combustibile, e vi si sostituì il riscaldamento elettrico. La camera di cottura, formata di mattoni, è rivestita di lamiera, e gli elementi destinati a riscaldarla vi sono opportunamente distribuiti, e agiscono direttamente su la pasta infornata, che assorbe tutto il calore, al punto da lasciar le pareti del forno durante la cottura appena tiepide e da render questa perfetta, dando ai pani una corteccia delicata, eguale, gustosissima e una mollica spugnosa, asciutta, leggera. — Non parlo poi dei forni che vengono riscaldati dall'esterno, o direttamente dalle fiamme e dai gas caldi; da gas, da vapore o da acqua fortemente riscaldata, che circolano dentro tubi speciali nelle pareti di essi; da aria calda introdotta nella camera di cottura. Nulla di più pratico. Il fornaio ne ha molti vantaggi. Siccome il focolare non ha contatto col pane, egli può servirsi d'ogni specie di combustibile, anche scadente. D'altra parte, una volta riscaldato, basta una piccola quantità di calore a mantenervi la temperatura necessaria ad altre cotture; il pane riesce più pulito, mancando la possibilità che sul piano del forno rimangano cenere o residui di carbone; i lavoranti fornai non sono esposti alle temperature altissime come nei forni comuni...

6. — Pensò Gughi :

— Ed ecco il pane perfetto!

— Ah... no, mio caro. Manca un elemento. Non dico il più importante, perchè importanti son tutti a un modo, e dove ne manchi uno, ogni cosa va a male, ma di certo principalissimo.

— Sì, ricordo; l'hai detto. Il lievito.

— Sì, insomma, perchè le primissime focacce, e quelle che si fecero dopo, e si fanno, sul medesimo tipo, stemperando semplicemente la farina nell'acqua, son compatte, come gli azzimi degli ebrei e difficili a digerire. È necessario dar levatura alla pasta, sicchè si gonfi e il pane riesca soffice e digeribile. Vi si mescola dunque il lievito, che rende la midolla del pane ben pre-

parato (e intendo bene smosso, direi ben mantrugiato, se a smoverlo i fornai non si servissero ora delle macchine) bucherellata, leggera, e il pane salubre, odoroso, gustoso, appetitoso, soffice. Anche nel modo di preparar la pasta da far pane, l' uomo fu ammaestrato a grado a grado dall'esperienza. La farina di frumento contiene acqua, il 22 per cento di glutine, il 58, 62 di fecola non solubile o amidoso, il 9,50 di glucosio o zucchero e fecola solubile o destrina, il 3,02 di materie minerali, il 2,69 di materie grasse in proporzioni che variano secondo la proprietà dei grani. Il glutine è sostanza azotata, e però la parte più nutritiva della farina, quella alla quale il pane deve le sue preziose proprietà. Si chiama con questo nome, perchè è molle, elastica, appiccicaticcia, simile a gomma che venga masticata. Contiene principî identici a quelli che si trovano nei prodotti animali, e con l'acqua, coi sali minerali, con una piccola parte delle materie grasse, per la sua proprietà eminentemente plastica, forma i nuovi tessuti e i prodotti essenziali della secrezione (succhi gastrici, succhi intestinali, fiele, pancreas e via dicendo), mantenendo la proporzione fra i materiali che compongono l'organismo. — L'amido, la destrina, lo zucchero, introdotti nel corpo, vi sviluppano acido carbonico e acqua, producono calore ed energia, e così i grassi. Le sostanze minerali, calce, magnesia, fosfati, potassa, ferro, benchè entrino nella farina in proporzione minima, hanno grandissima importanza nell'alimentazione. La calce, la magnesia, l'acido fosforico, si ritrovano in quasi tutti i tessuti del corpo, e le due prime specialmente provvedono alla formazione delle ossa. Il ferro è necessario al sangue, e la farina di frumento ne contiene quanto la carne di bue. L'acqua contenuta naturalmente nella farina (nel granello di frumento secco, dal 10 al 14 per cento in peso) non è certo proporzionata al bisogno dell'organismo umano, e però si deve mescolarvene quanta occorre, ciò che si chiama idratazione. L'idratazione è necessaria, perchè scioglie il glucosio, la destrina e le sostanze contenute nel glutine ma vuol essere ben regolata, perchè la pasta non riesca troppo compatta o troppo sciolta. Ora la

scienza ha determinate con precisione tutte queste cose, ma il fornaio, come la massaia, le appresero dalla pratica. — Il lievito compie l'opera. Esso contiene una sostanza detta *fermento*, che compone e trasforma le altre alle quali vien mescolata, producendo quel gas che si chiama acido carbonico. Questo accade, per esempio nel mosto, che per la *fermentazione* diventa vino. Lo zucchero che contiene (chiamato dai chimici glucosio, per distinguerlo da quello di canna) si trasforma in alcool. Ma anche la farina contiene glucosio. Il fermento contenuto nel lievito vi produce il medesimo effetto. Come avviene? Chi lo sa?

7. — Non lo spiega dunque la scienza? pensò Gughi.

— Troppe cose la scienza non spiega, e forse non spiegherà mai. L'uomo s'impadronì di questa proprietà dei fermenti, e ne fece suo pro, senza cercar altro. Egli imparò che la fermentazione richiede aria e un certo grado di calore. Incorporato il lievito con la pasta, questa viene smossa, o mantrugiata, a braccia o con l'impastatrice meccanica; indi se ne fanno pani, di varia dimensione e di varia grossezza, che vengono posti a lievitare in un luogo abbastanza caldo. Appena il rigonfiamento avverte che son lievitati abbastanza, il fornaio li mette nel forno. Se il pane è troppo lievitato, prende sapore acido: se poco, riman compatto e pesante.

— Di dove si prende il lievito, che produce un effetto così maraviglioso?

— Ogni volta che il fornaio o la massaia fanno il pane, mettono da parte una piccola quantità di pasta. Il fermento v'agisce, e la trasforma in lievito, che servirà per un'altra volta. Sempre così. Ogni infornata è, per così dire, figlia di quella precedente...

— Ma il primo lievito?

— Ah... il primo? Chi lo sa? Quale caso fece fermentare la pasta preparata per il pane, la prima volta, e la rese gustosa? Come se ne avvide l'uomo? Come riprodusse artificialmente il fenomeno? Non se n'ha alcuna notizia. Ma l'uomo sa che avviene così, ed è già molto. Lo sa da un'infinità di tempo. I Cinesi, già due-

mil'anni avanti Cristo conoscevano il lievito e l'arte di fare il pane : gli Egiziani, su per giù, lo stesso, tanto che ne attribuirono l'invenzione al loro primo re Memi, e gli Ebrei impararono a servirsi del lievito durante la loro schiavitù in Egitto. Poi il prezioso segreto passò nell'Asia Minore e di qui in Beozia donde si diffuse in tutta la Grecia, e dalla Grecia in Roma, che lo portò in tutti i paesi conquistati. I fornai moderni non solo hanno perfezionato l'uso del lievito di pasta, non solo si servono anche del lievito di birra, specialmente per il pane di lusso e di fantasia, ma sanno fare a meno del lievito prodotto dal fermento, se vogliono, mescolando alla farina sostanze che vi generano l'acido carbonico (bicarbonato di sodio e acido cloridrico, o sale ammoniaco), ovvero introdurre direttamente nella pasta l'acido carbonico già preparato. Nessun sistema, però vale quello del lievito, che oltre al rigonfiare la pasta, dà al pane un sapore gradevole e lo rende digeribile. Le sostanze chimiche invece rigonfiano la pasta, e nient'altro. Il pane riesce d'un gusto che ricorda la farina cruda. Per far meglio, ne viene il peggio... In ogni modo, quanta strada, eh... ragazzo? dalla focaccia cotta fra le pietre...

— Appunto, quanta strada! — disse Gughi, — percorsa col pensiero, mentre prendevo il mio caffè e latte...

Aveva, infatti, è vero, allontanato da prima col gomito il bel panino dorato e fragrante, per il desiderio dei crostini imburrati e de' grissini; ma da buon ragazzo qual'era, aveva finito per rassegnarsi quasi subito (facile rassegnazione!) e contentarsi di quel che gli era stato apparecchiato. Ripensò insieme a tutta la gente che lavora a produrre il pane, a quella che fatica per guadagnarselo con duri stenti, ai poveretti che non ne hanno, e provò una specie di rimorso. Il panino, pur non arrostito, pur senza burro, gli parve squisito, ed era; e invocò il giorno che tutti nel mondo, possano aver pane, pace, gioia.

NONNA PENTOLA E ZIO SPIEDO

1. Una questione d'anzianità. — 2. La nascita dello spiedo e i forni primitivi. — 3. La nascita della pentola. — 4. La ruota del vasaio. — 5. I meriti dello spiedo e della pentola. — 6. La piramide. — 7. I laterizi. — 8. Come si fabbricano le stoviglie. — 9. L'arte ceramica antica. — 10. Da Luca della Robbia a Palissy. — 11. L'arte ceramica moderna. — 12. Nonna Pentola e zio Spiedo concludono.

1. — Nella notte, quando tutto tace, e la domestica, finite le sue faccende, va a coricarsi, lasciando la cucina immersa nel buio, avvengono conversazioni curiose fra gli utensili appesi alle pareti, presso i fornelli, o disposti intorno alla cappa del camino. Badate, i grandi camini patriarcali, dall'ali protettrici e dalle cappe gigantesche, s' incontrano ormai raramente: il progresso li ha cacciati via. Rimangono come ornamenti monumentali nelle vecchie case signorili, e vanno scomparendo fin da quelle delle campagne e dei villaggi. Ma gli utensili, per quanto cresciuti di numero e perfezionati, son sempre gli stessi.

Or avvenne che una notte, zio Spiedo, che era stato appoggiato a un angolo, vicino al fornello, e che si reggeva male, con la punta in aria e la testa sul tavolino, perdette l'equilibrio e cadde addosso a una vecchia pentola di terra cotta, che si trovava lì accanto, e che strillò con la sua voce fessa:

— Che fai, dunque? Non lo sai che un altro po' mi rompevi?

— Il gran male! Se vivi un altro po', i ragazzi di casa ti prenderanno per il gioco della pentolaccia, di mezza quaresima. La prima bastonata che ti càpiti addosso, ti ridurrà a un mucchio di cocci.

Nonna Pentola sospirò, e soggiunse:

— Perchè la gente è ingrata, e non ricorda i benefizi che ha avuti. La mia stessa età dovrebbe fruttarmi il rispetto, senza contare che ho sostenuta valorosamente per più millenni la prova del fuoco, e fra le mie pareti il brodo di carne prende ottimo sapore. Non v'è, del resto, chi m'eguagli nel dare una buona cottura alla carne, alle verdure, ai legumi.

— Chi si loda... s'imbroda. Questo il proverbio, poveretta! non te l'ha insegnato.

— La verità sta bene anche a casa del diavolo... A rispettarmi, del resto, dovresti incominciar tu, che non eri nato quand'io avevo già resi all'uomo tanti servigi!

— Chi te l'ha detto?

— Lo so io. Ce n'è voluto, prima che tu venissi al mondo...

— Mi fai ridere... Perchè hai la vista corta e non mi riconosci... e perchè mi chiaman zio, invece che nonno. È un nome che m'hanno affibbiato, così, perchè suona bene all'orecchio; ma di certo io son nato prima di te....

— Oh, questo poi....

— « Prima di te » ho detto, e lo confermo. Gli uomini che mi crearono, da principio, quando vivevano come le bestie, mangiavano la carne cruda, e succhiavan l'ossa degli animali uccisi; ma appena ebbero assaggiato i cibi cotti fu un'altra cosa. La carne arrostita dura di più e si digerisce bene, e però l'arrosto fu la prima vivanda che prepararono. Solo nei paesi che hanno la temperatura del gelo, se ne fece a meno. Il gelo conserva la carne cruda per un tempo lunghissimo (dicono per millenni), e la rende più tenera... Anche ora, gli Eschimesi non cuociono i loro cibi.

2. — Nonna Pentola sorrise, e disse :

— Fin qui, tu non c'entri.

— Ma sto per varcar la soglia, e di te non se ne parla... Io sono il re dell'arrosto, anche se l'arrosto mi ha preceduto. Scuoiavano gli animali, e dopo averli tenuti pochi istanti sui carboni accesi, li divoravano così sudici, con tanta voracità, da rimanere intorpiditi durante la digestione. A poco a poco, prolungarono la cottura, e perchè riuscisse meglio, posero sui carboni accesi la carne a fette. C'era un altro guaio : bisognava arrostirla prima da una parte, e poi dall'altra. Occorreva molto tempo, e la cottura non riusciva eguale. S'arrostiva di fuori e dentro rimaneva cruda. Un giorno, qualcuno pensò a tenerla sollevata dal fuoco, perchè il calore l'avvolgesse tutta, e a girarla adagio. Ma non era piacevole, chè insieme s'arrostivan le mani. Il rimedio s'offrì subito. Infilzar la carne in una bacchetta con la punta aguzza, appoggiarne l'estremità sopra una pietra e farla girare dall'altra, dopo avervi distesa sotto la brace ardente... — In questa forma, ero nato. Negalo, se ti sembra possibile.

Nonna Pentola tacque per un po', mortificata; ma subito soggiunse :

— Allora, forse, noi siam coetanei, chè secolo più o secolo meno non conta. Un secolo, nella vita dell'umanità, e però nella nostra, è un minuto.

— Vada per il minuto. — Io c'ero, nondimeno, quando tu nascesti, e c'era il forno, e c'erano i fornelli, posticci, fatti di pietre roventi avvicinate sopra la carne che doveva arrostirsi. Vi si gettava su della brace bene accesa, e si scomponevano dopo che avevano servito. Ancora, i selvaggi della Polinesia si servono d'un forno primitivo molto ingegnoso. Scavano una fossa più o meno grande, e ne coprono il fondo con pietre scaldate. Su queste, distendono uno strato di foglie, poi uno strato di frutti dell'albero del pane; indi un altro strato di foglie e un altro di pietre calde : infine lo ricoprono con terra e foglie. Spesso il forno è in comune. La fossa viene scavata più larga e più profonda, e vi si mettono a cuocere centinaia di frutti ben maturi dell'albero del

pane, accomodandovi sopra a volta delle pietre calde, e su le pietre un certo strato di terra. Dopo un giorno o due, viene aperto un foro sul fianco del forno, e se ne prendono i frutti già cotti che occorrono.

3. — Nonna Pentola interruppe il suo interlocutore:

— Ebbene, io pure a quel tempo nascevo, e in tale forma che non è agevole riconoscermi. S'incaricò di fabbricarmi una pioggia lenta di più stille, cadendo assiduamente per molti anni sopra una pietra, che ne rimase incavata, e fui subito usata come vaso da cucina...

Lo spiedo si mostrò alquanto scettico, e disse:

— Qualcuno sostiene che la pietra incavata della quale parli, fosse una ciotola.

— Altre più piccole eran ciotole: non quella. Per assicurartene, basta osservarla all'esterno. Vi si ritrovano le tracce del fuoco. Dunque...

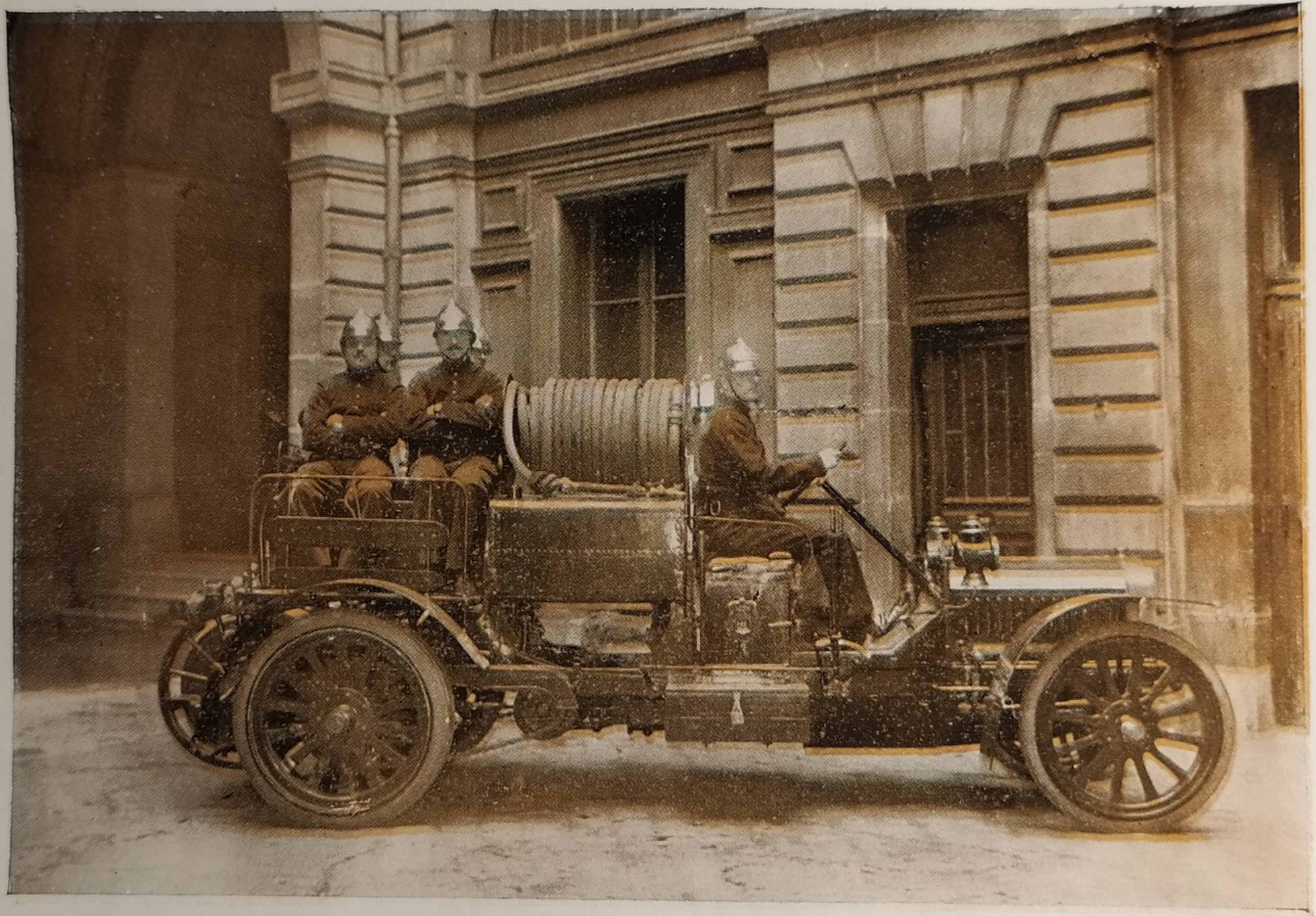
Toccò ora a zio Spiedo rimaner mortificato, non della sua presunzione, bensì della sua ignoranza, e nonna Pentola ne gongolò:

— Sicuro. Poichè hai ricordato i polinesiani, potevi pur aggiungere che essi m'avevan fabbricata di legno. Sì, ero un largo truogolo, e dopo avermi riempita col latte spremuto dalle mandorle delle noci di cocco, vi gettavan dentro delle pietre arroventate e le movevano in giro con certi bastoncini bianchi, per riscaldarlo, finchè si fosse rappreso, formando una specie di crema.

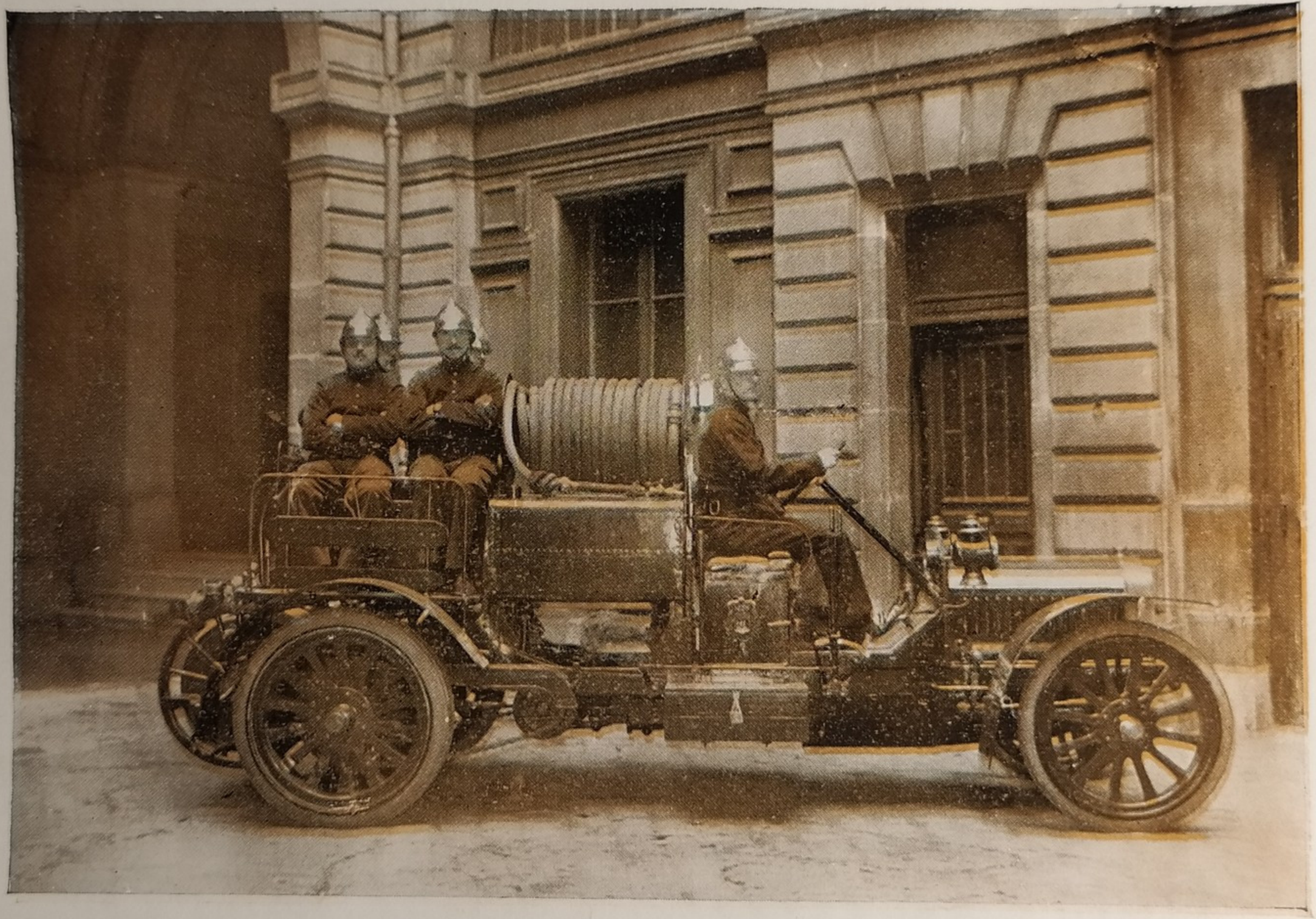
— Allora, esclamò zio Spiedo, era la comare casseruola... Non bisogna correr troppo.

Nonna Pentola chinò il capo, confusa, perchè il suo egregio contradditore l'aveva proprio côlta in fallo, e mormorò:

— Questo può darsi: ma in ogni modo, ero già nata dappertutto. Siccome le pietre incavate, che potessero servir di recipienti, non si trovavano in quantità da bastare a tutti, e chi ne possedeva una la teneva come una ricchezza, gli uomini pensarono a fabbricarsene, su quel modello, da sè. Vi riuscivano strofinando una pietra su l'altra per incavarla; ma era lavoro lungo e non facile. Il giorno in cui l'uomo s'avvide che la ter-



Nuova pompa per incendî.



Nuova pompa per incendi.

ra bagnata dalla pioggia conservava, una volta asciutta, l'impronta del suo piede, della sua mano, del tronco d'albero che vi aveva trascinato, pensò di servirsene per fabbricar stoviglie e recipienti adatti a' suoi bisogni.

Preso un grosso pane d'argilla, e dopo averlo incavato con una stecca di legno, lo lisciò dentro e fuori, e lo fece seccare all'aria e al sole. Avanzi di quei vasi ne furon trovati nelle caverne abitate dall'uomo ai tempi dell'elefante peloso.

— Un gran brutto principio. L'acqua rammolliva l'argilla, immagino, e diventava terrosa.

— Ma durò poco, e tu ne intendi il perchè. Anche in questo lo sovvenne il caso. Pezzi d'argilla, diventati fra la brace accesa duri come pietre gli suggerirono forse l'idea della cottura. La stessa pentola si trasformava in coccio, avvicinata al fuoco; e allora l'uomo, che per mangiar la foglia è nato apposta, capì il latino: seccare al sole, e poi far cuocere prima d'usare del recipiente. Una volta incominciato, foggiò vasi per tutti gli usi e di tutte le forme: pentole grandi come me, pentole più piccole, pentolini, laveggi, conche, brocche, orci. Ma, per trasportar acqua, e dopo, com'ebbe imparato a spremerli dall'olive e dall'uva, olio e vino, l'otre, fatto con una pelle di montone, gli fornì un ottimo recipiente, certo il primo di questo genere. Il poeta fa raccontar così a un otre la sua storia, a cominciare da quando era pelle di montone:

Tratta gli fui di dosso umida e floscia,
Pelo e carniccio poi tolsemi il ferro,
Ghianda di gallonea, scorza di cerro
fecermi bona concia nella troscia.

Rasciutta nelle cieche stìe, premuta
Dai macigni, distesa dall'orbello,
Per sorte un dì cucita fui bel bello
Con fil d'accia da femmina saputa. [1]

Per gli usi quotidiani, però, l'otre non serviva. L'argilla, abbondante dappertutto, untuosa al tatto, così

[1] G. D'ANNUNZIO, *L'otre*.

plastica e docile, che si lascia foggiare ubbidiente dalla mano dell'uomo, lo soccorse largamente. Esposta al fuoco intenso, essa perde queste qualità, e divien dura, impenetrabile all'acqua. Talvolta avvenne che per effetto della cottura s'aprissero nei vasi d'argilla dei crepacci. A darle maggior coesione, egli vi mescolò sabbia e festuche di paglia. Era, s'intende, una cottura imperfetta, perchè i focolari d'allora non potevano dare che scarso calore, ma bastava tanto e quanto all'intento.

4. — Ora toccava a zio Spiedo l'ascoltare con ammirazione. Infatti, nonna Pentola proseguì:

— Io raggiunsi le perfezione, e la raggiunsero con me gli altri vasi di creta, allorchè fu inventata la ruota del vasaio. Come nacque essa? Il vasaio doveva far girare, sul piano dov'era posato, il vaso che veniva formando, per vuotarlo, arrotondarlo, lisciarlo, e forse non di rado si rompeva fra le sue mani, o riusciva ineguale. Il pensiero di trovar modo che il vaso girasse lui, s'affacciò subito alla sua mente. Bisognava rendere girevole il piano sul quale posava. Così nacque la *ruota del vasaio*: un piano circolare, orizzontale, mobile intorno all'asse verticale dal quale era sostenuta. Con una spinta della mano il vasaio la faceva girare e intanto lavorava il pane d'argilla che vi posava sopra. Il vaso riusciva per tal modo assai più regolare. Ma l'invenzione più importante, è quella del tornio, che della ruota fu il perfezionamento. Si tratta di un asse di legno piantato per l'estremità inferiore nel terreno, in guisa da potersi girare. Un piccolo perno circolare, chiamato *girella*, è fissato all'estremità superiore, uno grande, la *ruota*, a poca distanza dall'inferiore, e però dal suolo. L'operaio, seduto sopra una panca, imprime col piede al piano inferiore il movimento rotatorio, che si comunica all'asse e al piano superiore, sul quale è posato il pane d'argilla destinato a diventar vaso. Così questo passa rapidamente sotto le sue dita o sotto la stecca. Sbozzato in pochi istanti, vien finito con mirabile esattezza. Mentre lavora con la mano destra la parete interna, il vasaio sostiene con la sinistra l'esterna per ottenere con la duplice

pressione uno spessore uniforme. Se trattasi d'un boccale o d'una brocca, una piega fatta col dito su l'orlo diventa il becco. A me e alle mie compagne aggiunge il manico, e così agli orci, alle fiasche e simili. L'invenzione del tornio fu attribuita a Dedalo, personaggio mitologico, la cui esistenza, secondo la leggenda, risale a più di 1200 anni prima dell'era cristiana. Da altri l'invenzione della ruota da vasaio è attribuita a Talos, nipote di lui; da altri a Teodoro di Samo, vissuto cinquecent'anni dopo in quella città celebre per i suoi vasi, tanto che passò in proverbio « Cercar vasi a Samo e nottole in Atene », equivalente al dettato « portar acqua al mare », del quale è inutile indugiarsi a spiegare il significato. — Del resto, leggenda per leggenda, è da preferir quella di Dedalo, il cui nome del resto significa semplicemente « fabbricatore ».

5. — Zio Spiedo assentì. Egli, del resto, non credeva agl'inventori. Chi crea è la natura stessa: l'uomo imita. E replicò:

— Io fui prima bacchetta di legno appuntita, indi asta di bronzo, e finalmente di ferro. Nacqui diritto, e diventato metallico, m'attorcigliarono, perchè la carne che dovevo tener infilzata non mi sfuggisse. Poichè la mano che mi faceva girare si stancava, inventarono un congegno che mi trasmettesse il movimento: il girarrosto. È come un rozzo orologio: lo si carica e va. Non temo il fuoco; ma ho in mente d'essere impregnato de' più squisiti sapori. Conosco la carne tenace del cinghiale e quella delicata del lepre: ho portato pollastri e piccioni, starne e beccacce, merli, tordi, infilzati fra due crostini guarniti di lardo come fra due guancialetti, e mi piace la carezza del pillotto, quel piovere di materia strutta, ardente, mentre giro. Tu non hai alcuna esperienza di questo nostro mondo che si chiama cucina, appetto a me. Non sei buona che per il lesso e per il brodo, per cuocer cavoli o patate o legumi, se pure non si servono di te per riscaldar l'acqua da rigovernare i piatti...

— Mi contento, mi contento! — dichiarò umilmente

nonna Pentola —; ma dall'alto del fornello, sai che ho veduto lo sfoggio della cucina, per appagar l'ingordigia e la ghiottoneria, insaziabili? Pensare che l'uomo era così sobrio! Il primo condimento da lui trovato fu il sale, che insaporisce i cibi e li rende, oltre che gustosi, digeribili. Anche nel pane, ha la sua utilità, quantunque non tutti l'usino. Impedisce la fermentazione precipitosa, rende la pasta più tenace e giova a mantenerlo sano e soffice... Ma ben presto, egli pensò più al palato che allo stomaco, e a furia di droghe, guastò l'uno e l'altro. Garofano, spezie, cannella e altri aromi, si cacciarono in ogni vivanda. Che scialo di carne fra teglie, casseruole e padelle, queste ultime venute, che si vantano di preparar le fritture!... — Io fo del bene, io: la carne lessata è buona e nutritiva; il brodo corrobora... I pentolini miei parenti, qualche volta fan le veci delle cuccume, delle caffettiere, dei bricchi di latta (che è lamiera sottile di ferro, coperta di stagno), dove si fa il caffè, del quale gli uomini son ghiotti. Una colazione squisita il caffè col latte, bene inzuccherato. E quattrocent'anni fa, arrivò dall'America la cioccolata, che si fabbricava al Messico, mescolando polvere di cacao, farina di gran turco, zucchero, vaniglia. Quella che si fabbrica ora è assai più squisita, e i ragazzi ne son ghiotti, sia che ne mangino in tavolette o la prendano in bevanda. Che sostanzioso alimento una buona tazza di cioccolata col latte...

Zio Spiedo l'interruppe con una risata stridula:

— Ma t'hanno quasi messa da parte. Sei di terra cotta, costi poco, e non ti pregiano più. È la sorte delle terraglie inferiori, che si chiaman cocci anche da nuove.

— Sorte ingrata, perchè non bada al merito modesto. Ero porosa; mi verniciarono con una miscela di litargirio, di sabbia silicea, d'argilla plastica e d'ossido di manganese, e la porosità fu corretta: il liquido non filtrò più attraverso le mie pareti. Mi preferiscono le mie sorelle di rame e di ferro smaltato, che hanno maggior valore e duran di più; ma guai se nelle prime si forma il verderame e delle seconde si scheggia lo smalto! Migliori le stoviglie d'alluminio, per la leggerezza e la

Esercitazioni di pompieri.

Esercitazioni di pompieri.

salubrità; ma son così costose... Nessuna poi dà al cibo il sapore che riceve da me, perchè conservo meglio il calore...

6. — Madonna Pentola parlava di queste cose con molta malinconia, ma non con acrimonia, chè in fondo era una buona donna, e riconosceva di non poter competere con le porcellane e le maioliche squisitamente lavorate, benchè appartenessero alla sua parentela. Tutta gente d'argilla: argilla d'una qualità o dell'altra, più o meno mescolate a sabbia silicea, a calcare, a magnesia, a ossido di ferro, donde il color giallastro, rossiccio, bruno. Il ferro compone la tavolozza della natura. V'è il *caolino* o terra da porcellana; il *grès*, che contiene cemento e di cui si fabbricano stoviglie dure, opache; la terra di Faenza, detta pur « terra da pipe », assai pura, bianca, a pasta tenera, permeabile, usata per maioliche fine. Per le terraglie comuni, vasi da cucina e da fiori, veggi, e simili, bastano le argille impure, lasciate imputridire dentro le fosse, per renderle più plastiche. La materia acquista pregio, non solo dalla sua purezza e dalle sue proprietà, ma più dal lavoro ingegnoso o artistico dell'uomo. Perchè nell'uomo, l'occhio, si suol dire, vuole la sua parte... Tutto non consiste nell'appagare lo stomaco. Noi amiamo il bel vaso elegante e grazioso, ornato di fregi, di rilievi, di dorature, sui mobili e su le mense. — E ricordava la fabbrica dalla quale era uscita, collocata in un campo di terra argillosa, con la fornace accanto.

L'uomo ha tutto perfezionato e ingrandito e abbellito. Non si prende più l'argilla così come l'offre il suolo. Se l'argilla è troppo grassa, ad alta temperatura si deforma, si screpola, si restringe, e noi vedemmo che i vasai primitivi la correggevano con sabbia e con festuche di paglia, perchè legasse. Il processo per sgrassarla fu poi sempre lo stesso; ma il vasaio conobbe altre sostanze sgrassanti o antiplastiche, il calcare impuro detto creta, il gesso, il feldspato. Se l'argilla è troppo magra, non lega, non tiene: i vasi disseccati si screpolano e si sminuzzano; cotti, cioè calcinati a un'alta tempera-

tura, sono meno resistenti, e però s'aggiunge alla pasta argillosa del silicato d'alluminio. Il vaso cotto, così rosso com'esce dal fuoco, riman poroso? Ebbene, lo si spalmò di vernice o smalto, impermeabile ai liquidi, com'ebbe già a notar nonna Pentola; ma la vernice o smalto, dopo aver servito ad accrescere l'utilità del vaso, fu usata per abbellirlo con ornamenti, con figure o con la coloritura. Una statuetta d'argilla può prendere l'aspetto del bronzo, con tutti i suoi riflessi.

Immaginate una svelta e alta piramide. La base che tocca il suolo è fatta d'utilità: il vertice, di bellezza, e via via s'innalza, questi due elementi si confondono, si integrano per così dire. Anche la rozza modesta ciotola smaltata di bianco ha intorno all'orlo un filetto colorato. È già la parte data all'occhio. Poi il vasaio v'aggiunge dei fiori, dei rabeschi, delle vedute, delle figurine di putti e che so io. Non è egli vero che stoviglie splendenti, fine, ornate, rendono i cibi più appetitosi? Non è egli vero che dal terso bicchiere di cristallo finemente lavorato ci viene, insieme col liquido che estingue la sete, la soddisfazione dello spirito avido di bellezza?

7. — Alla base della piramide, si diceva, l'utilità. La prima utilità, anzi la prima necessità che viene appagata, è quella dell'abitazione. L'uomo, dove manca di pietre per costruire la casa, pensa a fabbricarne di artificiali. Da prima riveste le capanne di fango: indi forma dei mattoni d'argilla e li fa seccare al sole. Ma l'acqua delle piogge trascina seco quel rivestimento. Egli fa cuocere i mattoni al fuoco, ed ecco l'argilla più grossolana e impura usata per i laterizi. Non si fa che estrarla dalla cava, lasciarla per più tempo esposta agli agenti atmosferici, poi metterla in fosse, rimescolarla, aggiungervi il materiale sgrassante dall'otto al dieci per cento di calce e l'acqua necessaria. Così nasce il quadrello di terra cotta, che tien luogo della pietra, e col quale s'innalzano i muri: mattoni pieni e mattoni cavi per muratura; mattoni per pavimenti, semplici e smaltati, d'argilla, di grès, di porcellana per laboratorî chimici, re-

frattari per camini d'opifici e per forni; mattoni vetrificati, mattonelle di cemento, mattoni impastati con polvere di sughero e cemento. Il bisogno suggerisce: l'ingegnosità provvede; il senso del bello, l'amore della pulizia e della salute, s'aggiungono al senso dell'utile, e l'opera diventa artistica. Anche il mattone e la mattonella, con le combinazioni dei disegni di cui sono ornate, appagano l'occhio, e mettono nella casa il sorriso della bellezza.

Mattoni, tegole, embrici, tubi per conduttura d'acqua o per scarico, tubi per il fumo o per l'aria, embricati in guisa da potersi congiungere, diritti, a gomito, semplici o verniciati, stufe protette e ornate insieme dallo smalto: tutto questo materiale esce dalla fornace moderna, con le stoviglie comuni, che portano il benessere e insieme il sorriso nella casa del povero.

Chi non ha veduto la grande fornace, con lo svelto camino che segna d'una linea diritta l'arco del cielo, col pennacchio di fumo che uscendone ci dice la direzione del vento? All'antica fornace a cupola, dove si disponevano i mattoni in carica gli uni su gli altri, lasciando fra le cariche degli stretti canali per far circolare le fiamme della legna che vi bruciava, sono oggi sostituiti i forni a cottura continua, dove s'usa come combustibile il *coke*, e si ricuperano tutti i gas prodotti dalla combustione per utilizzarli.

Nè lo stesso forno serve a ogni qualità di prodotti. Ogni qualità ha il forno speciale, costruito però sempre con materiale refrattario, che non subisce alterazioni dal calore; e vi sono forni per disseccare la vernice e lo smalto, incorporandoli con la sostanza del vaso o del laterizio: vernici d'oro, splendenti; smalti brillanti; pitture e disegni, spesso ricoperti da uno strato vetroso; pulimenti metallici che danno agli ornamenti una gaia iridescenza. E però la ceramica è una vera arte; son per dire un'arte complessa, che s'allea al disegno, alla pittura, alla scultura, all'architettura... e financo alla fotografia.

Nei cimiteri, è facile incontrare fotografie ottenute su lastre di porcellana bene sgrassate, pulite, rese sen-

sibili come si fa comunemente della carta. Si stampano, sovrapponendovi la negativa, si fissano, si spalmano di vernice incolora, e riescono conservabili per lungo tempo: forse più del ricordo che l'estinto lascia di sè.

8. — Madonna Pentola, uscita dai forni delle terraglie comuni, di certo non poteva pensare che vi fossero vasi destinati ad altro uso da quello delle stoviglie. Qualche volta, aveva veduta la signora o una delle signorine di casa, mettere in un bicchiere dei fiori; ma nulla più, e l'ufficio di tener freschi i fiori le sembrava un accessorio di ben poca importanza, quantunque l'invidiasse per sè. Forse pensava che i fiori le darebbero un poco del loro profumo. Ella continuò a narrar la sua storia a zio Spiedo.

— No, no, non sono poi così dozzinale come si crede, anche se mi vende il fabbricante a dozzine. Fui composta di buona pasta d'argilla sabbiosa, lavata e macinata, indi stemperata e impastata, e tutto questo non già a mano, ma con apparecchi meccanici. Due macine d'arenaria mi ruppero l'ossa; lo stemperatore mi rammollì, l'impastatrice mi rese più morbida e maneggevole. Non fui pigiata coi piedi, come le pentole da pochi centesimi. Sono una pentola fine io, e ho del caolino nella sostanza del mio corpo. Dopo avermi impastata, perchè ero troppo impregnata d'acqua, mi cacciarono dentro una cassetta di gesso, che a poco a poco l'assorbì tutta. Altre pentole mie amiche mi raccontarono che la loro pasta era stata asciugata al sole; altre al calore esterno che manda la fornace; altre erano state messe dentro certi tini col fondo di tela da sacchi molto lento, che lasciava filtrare l'acqua; altre erano state compresse addirittura dentro i sacchi. Prosciugata, mi deposero a riposare dentro una gran fossa, e per tutta una stagione mi lasciaron lì, alla pioggia e al bel tempo. Siccome non pioveva abbastanza, ogni tanto m'annaffiavan con acqua di scolatura di concimi. Lì per lì, ne diventai nera, ma una buona pioggia mi ripulì tutta. Se non avesse piovuto, m'avrebber lavata di nuovo. E intanto, dentro di me, fermentavo, rimescolandomi, e di-

ventando tutta eguale di finezza, finchè fui matura. Allora mi portarono su la girella del tornio, e quello fu un gran bel momento. La pasta da stoviglie o da altri vasi è come la pasta dello spirito umano: vuol essere ben lavorata, se deve riuscir utile, e non bisogna lamentarsi che il lavoro di preparazione ci faccia qualche volta soffrire. Bisogna soffrire un poco prima, per goder molto poi. Altri oggetti vidi cacciar dentro forme di metallo o di gesso imbevuti d'olio essicativo, e compressi per mezzo di macchine, in guisa che vi si modellassero bene. Distaccata con un fil d'ottone dalla girella del tornio e uscita di mano al vasaio, eccomi nel disseccatoio, una stanza dove si raccoglie il calore sperduto dai forni, e di lì fui portata a cuocere dopo essere stata rivestita di vernice. Che sudata fu la mia dentro al forno, te lo puoi immaginare; ma finalmente ero pentola, e potevo correre incontro al mio avvenire...

9. — Ah... quel che diventò l'argilla fra le mani dell'uomo, non si deve dire attraverso i secoli, bensì attraverso i millenni! Incominciata per l'impulso del bisogno, fra le popolazioni primitive del periodo quaternario, all'aprirsi di quello storico, la troviamo già così progredita da suscitare la nostra ammirazione. — I vasi rinvenuti nelle piramidi egiziane, che risalgono a più di tremil'anni prima dell'era cristiana, ricoperti di smalto brillante, colorato in azzurro o in verde, sono splendidi, e certe tavole ceramiche rappresentano le operazioni con le quali si fabbricavano: il pestamento che si faceva coi piedi, il modellamento, l'infornamento, la cottura, la verniciatura, e gli arnesi che usavansi, compresa la ruota del vasaio. Le mura di Babilonia erano rivestite con mattoni d'argilla coperti da una vernice vitrea bianca, azzurra, o giallastra. La Cina fabbricava stoviglie almeno trenta secoli avanti Cristo, e per la prima scopriva la porcellana dura, formata con pasta di feldspato e caolino, tra il primo e il secondo secolo precedente l'èra cristiana, maravigliosa per la finezza della pasta, per la cottura. La storia ricorda la celebre torre di Nankin, alta circa 50 metri e di nove piani, ornati

ciascuno da una cornice sporgente, rivestita di lastre di porcellana bianca e lucente, con i contorni delle aperture di porcellana gialla o verde, a rilievi che rappresentavano dragoni. — Vi predominavano, negli ornamenti, i colori verde azzurro, rosso e bruno. Si saliva nell'interno per una scala di 190 gradini. Eretta nel secolo XV, fu distrutta dai Taiping, e non ne rimane che qualche mattone.

I vasi di Samo, svelti, semplici, eleganti, formati con argilla rossa, ornati da figure e da fregi in smalto nero lucente, offrono le forme più svariate: anfore per vino e per olio a due manichi, idrie, urne cinerarie. I vasi greci, delle altre città, sono ornati da figure e fregi bruni su fondo giallo, rossastri su fondo nero, nero su fondo rossastro.

Nell'Italia antica l'arte ceramica (non dovete ignorare che questo nome *ceramica* deriva da *keramos*, vocabolo greco che vuol dir terra cotta) si svolse contemporaneamente che in Grecia. I vasi della Campania somigliano quelli greci: quelli etruschi son più fini per impasto, di color rosso giallastro, più compatti e duri dei campani, ornati da figure e fregi in rilievo. Nella ceramica romana, si ritrovano fusi i caratteri dell'etrusca e della greca.

Persiani e Arabi conobbero e condussero a perfezione l'arte ceramica. La tomba di Maometto, eretta nel 707 della nostra èra, è di terra smaltata: Cordova e Siviglia hanno monumenti che attestano lo splendore della loro arte. Furono essi che dall'Isola Maiorca, la maggiore delle Baleari, diffusero per ogni dove, ma più in Italia, quel genere di stoviglie, fatte con pasta colorata o biancastra, tenera, di debole tessitura, di frattura terrosa, ma rivestita di smalto opaco, a base d'ossido di stagno, che si chiamò maiolica. Si diffusero così nella Spagna, nella Francia, in Italia, le belle maioliche, ornate di strani disegni, dai colori vivi e dolci, dai riflessi o riverberi cangianti. Fabbricavansi da prima a Urbino, a Gubbio, a Pesaro, a Castel Durante, a Faenza, ma non vi s'impiegava che lo smalto piombifero.

10. — Luca della Robbia, scultore fiorentino, intorno al 1415, « lasciato, — al dir del Vasari, — il marmo e il bronzo, che richiedono molta fatica e molto tempo per esser lavorati a dovere », prese a usare l'argilla, e per preservar le sue opere dalle ingiurie del tempo, riuscì a trovare « un invetriato fatto con stagno, terraghetta, antimonio e altri minerali e misture cotte al fuoco di una fornace apposta », e insieme il modo di colorarle. Morto Luca nel 1481, il nipote Andrea e i figli di lui ne continuarono l'arte. Uno d'essi, Girolamo, fu a Parigi verso il 1528, a ornare il così detto « Castello di Madrid », nel bosco di Boulogne, fatto costruire da Francesco I. Come la famiglia della Robbia si spense, il segreto della sua arte andò in gran parte perduto. Si continuò però a istoriar le maioliche, cercando quant'era possibile d'imitarla, e le fabbriche di ceramica si moltiplicarono in tutta Italia. Data da quel tempo l'apparizione de' mattoni verniciati, con disegni policromi, che servirono prima per eriger gli altari nelle chiese, indi per pavimenti.

In Francia, Bernardo Palissy, povero vetraio, nato a Perigord intorno al 1510, veduta una coppa di terra fatta al tornio e smaltata, di grande bellezza, pensò che se fosse riuscito a trovare il segreto di smaltare, avrebbe potuto far vasi di terra cotta e altre cose piacevoli. Poichè aveva pur, da giovine, studiata la pittura, s'accinse all'ardua impresa. Furono sedici anni di sforzi eroici, nei quali consumò il poco suo avere. La difficoltà consisteva nel trovar le materie coloranti, che su le stoviglie potessero fondersi al calore intenso e produrre lo smalto, senza che le stoviglie stesse rimanessero deformate.

Per alimentare il suo forno, giunse a bruciare i pali dell'orto, i tavolati della casa, i mobili, sopportando rimbrotti, ingiurie, scherni. Finalmente, la vittoria gli arrise, e riuscì a fabbricare quelle ammirabili terrecotte ch'egli chiamò *figurine rustiche*, formate d'argilla ordinaria, rivestita di smalto, smaglianti per lo splendore degli smalti variamente colorati, e ammirevoli per la vivezza degli ornamenti, che consistevano in pesci, conchiglie, rettili. Anch'egli, come i della Robbia, portò

con sè nella tomba il suo segreto, che non volle comunicar neppure a' suoi due figli Matteo e Nicola. I vasai furono costretti, così in Francia come in Italia, a rimettersi all'opera per ritrovare il segreto di dipingere a smalto le maioliche, e fortunatamente vi riuscirono.

11. — In Inghilterra, l'arte ceramica salì al maggior grado di splendore per l'opera d'un modesto operaio stovigliaio, Giosuè Wedgwood, che creò le maioliche inglesi: in Germania, Girolamo Federico Böttlicher, impiantò a Meissen la prima fabbrica di porcellana che non ha nulla da invidiare a quella cinese.

In Francia, gli sforzi per produrre una porcellana simile a quella della China e del Giappone, non riuscirono subito. Verso la fine del 1600, a Saint-Cloud, fu scoperta da un tal Morin, vasaio, la maniera d'ottenere da una miscela di nitro, sale grigio, allume, carbonato di soda, gesso, sabbia silicea, con creta bianca e marna calcarea, la così detta *porcellana tenera,* per la debole resistenza delle stoviglie che se ne fabbricano a un'alta temperatura, e per la poca durezza della vernice, che si lascia rigare dall'acciaio. Più che una porcellana, è un vetro, e infatti le stoviglie riescono bianche, translucide, brillanti come vetro. Eppure, tanto era in pregio, che una sola chicchera da cioccolatte costava parecchi scudi.

Nel 1756 sorse la grande fabbrica di Sèvres, tra Parigi e Versailles, ma su le prime non potè pur essa produrre che stoviglie di porcellana tenera. Nel 1760, però, fu scoperto uno strato di caolino presso Alençon, e cinque anni dopo, un altro presso Saint-Yrieux, e allora da Sèvres uscirono le prime stoviglie di porcellana dura, perfettamente eguale alla cinese. Quella fabbrica divenne celebre, e produsse oggetti maravigliosi per la squisitezza della fattura artistica.

L'Italia deve i suoi prodotti di porcellana dura alle grandi manifatture fondate dal marchese Carlo Ginori a Doccia, presso Firenze, e dal milanese Carlo Richard, che onorano l'arte e l'industria italiana. I prodotti di Doccia rivaleggiano con quelli di Sèvres, per il valore arti-

Salvataggio in un incendio.

stico: stoviglie, vasi imitati dagli antichi, statuette, gruppi di figure, e fin mobili in porcellana. A Faenza, a Milano, a Sassuolo di Modena, a Gubbio, la ceramica esce adorna di pitture e di rilievi dalle mani d'artisti geniali.

Quale strada immensa, dall'umile pentola, che provvede ai bisogni dello stomaco, alle maioliche e alle porcellane ridenti per gli smalti preziosi, che appagano il senso del bello! dal rozzo mattone da muratura, alle terre cotte ornate di bassi rilievi, per frontoni, agli stipiti di porte e di finestre, alle mensole di caminetti, alle statue, alle fontane, alle balaustre da balconi e da terrazze che fanno lieta la nostra dimora e lieto lo spirito assetato di quei godimenti sovrani, che l'arte sola può dare.

Quanto a nonna Pentola e a zio Spiedo, non potevano pensare, si capisce, tutte queste cose, e però non avevano niente altro da dire.

LA COPPA E IL BICCHIERE

1. La coppa primitiva. — 2. L'origine del vetro. — 3. Un dubbio legittimo. — 4. Composizione del vetro e del cristallo, e pregi di essi. — 5. L'arte vetraria in Europa. — 6. Dal crogiòlo alla canna del soffiatore. — 7. Perfezionamenti. — 8. Il vetro nella vita moderna.

1. — Un filosofo greco, della scuola di Diogene, chino sul piccolo gorgo che la vena perenne riempiva di limpida acqua, con un coccio di vaso rotto attingeva da bere. I cinici (si chiamavan così i filosofi di quella scuola, da *kynikós*, che vuol dir cane), professavan l'opinione che l'uomo dovesse vivere alla maniera delle bestie. Sembra che Diogene trovasse anche il coccio superfluo, perchè si chinò, e fatta conca della mano, raccolse con essa l'acqua e l'appressò alle labbra. Ma i cani, che non han mani, adoperano in modo ancor più semplice, e raccolgono, come ognun sa, l'acqua con la lingua.

Probabilmente, la maniera dell'uomo primitivo fu simile a questa. Chini su la sorgente o sul ruscello, v'appressavan le labbra, e aspiravan forte l'acqua, bevendola a grandi sorsate. Era insieme una coppa semplice e sana, perchè evitava i contatti indiretti e ignorati, che insidiano ora chi beve alle cannelle delle fonti o ai bicchieri dell'osterie, malamente risciacquati.

Ma i recipienti per bere gli furono offerti dalla natura: corna di capri, di montoni, di tori; crani pur d'animali, votati e convertiti in tazze come quello di Cune-

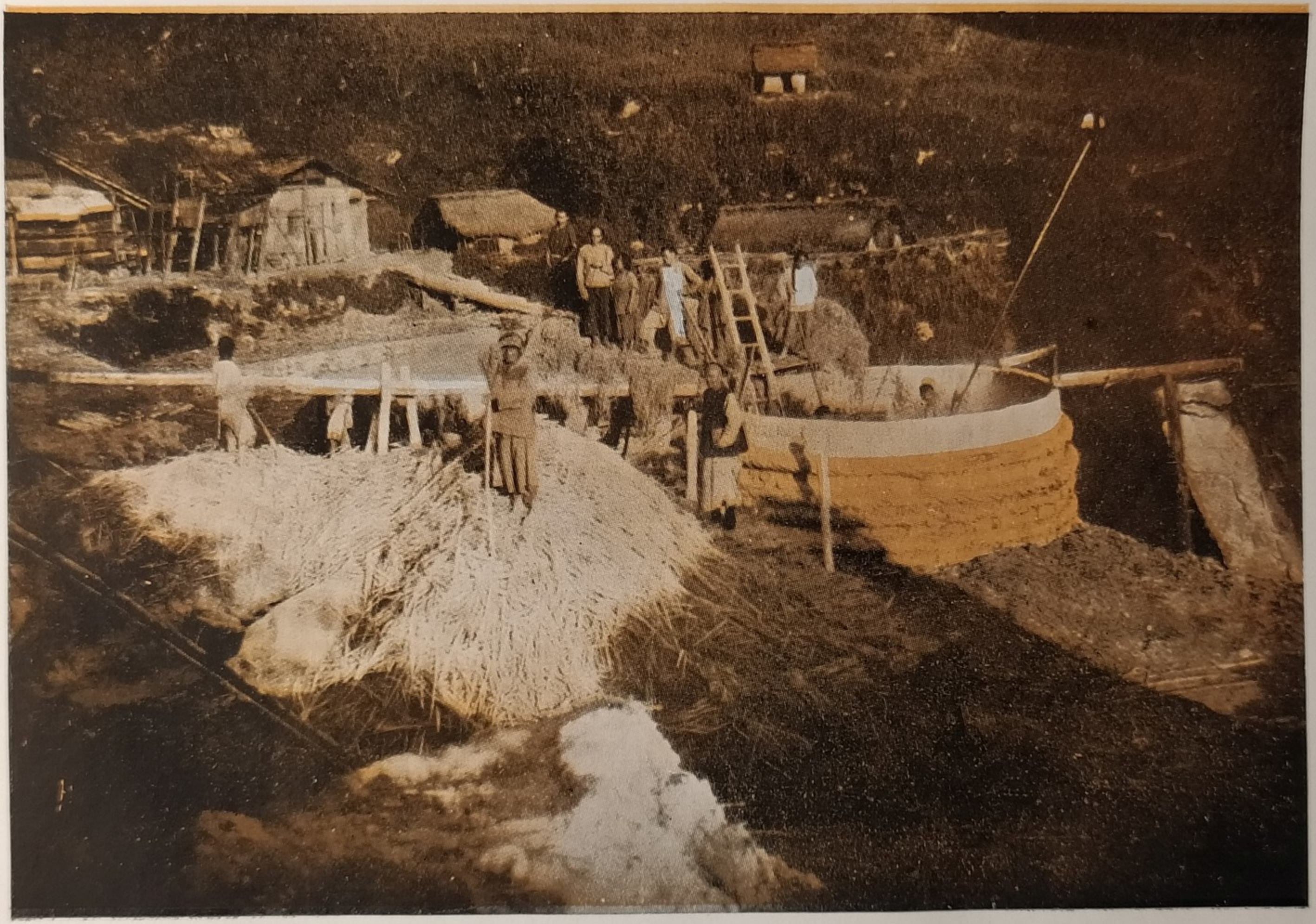
mondo, nel quale Alboino volle far bere la figliuola medesima dell'ucciso re dei Gepidi; pietre incavate.

Formati i primi rozzi vasi, ognuno intende che l'uomo se ne servì anche per attinger acqua da bere. La ciotola, nella quale raccoglieva sangue, midollo di animali uccisi, latte, era adattissima a quest'uso.

Egli non era schizzinoso come noi. Beveva come poteva, e spesso l'acqua fangosa, inquinata. La luce del sole purifica l'acqua dei fiumi e dei laghi, e uccide i germi infettivi che trasporta. Vedete. Nel calore del sole, pullulano i germi infettivi, e la sua luce viva li distrugge. Il sole è come la favolosa lancia d'Achille che sana le ferite dopo averle prodotte. L'uomo ha studiato questo fenomeno, ed è giunto a fare artificialmente quel che la luce del sole opera spontaneamente per virtù sua. Egli ha potuto accertare che la virtù risanatrice della luce solare è dovuta ai raggi ultra-violetti dei quali è ricchissima. Allora ha cercato il mezzo di produrre questi raggi in appositi apparecchi, per sterilizzar l'acqua, cioè per risanarla. Gli è bastato osservare che la sorgente luminosa dalla quale se ne possono ottenere di più è la lampada di quarzo, nella quale bruciano i vapori di mercurio. Un recipiente di ferro smaltato ha nella parte superiore una lampada a vapori di mercurio. La luce che ne emana cade in pieno su la superficie dell'acqua che un tubo fa passare sul fondo del recipiente, a più riprese, con maggiore o minor rapidità, secondo il maggiore o minor grado d'impurità che presenta. Questo è lo sterilizzatore, che non risana soltanto l'acqua da bere, ma anche quella che serve a risciacquare gli ortaggi e le frutta che si mangiano crudi, a preparar i farmachi, a medicar le ferite, a fabbricar bibite... L'esperienza, per esempio, ha dimostrato che il burro lavato con acqua sterilizzata si mantien sano per un mese.

Ma è tempo di chiuder la parentesi, e di tornare in carreggiata.

Perchè i recipienti, per così dire, si specializzassero, occorreva che l'uomo potesse disporne in quantità ragionevole, ed è lecito presumere che questo avvenisse in un termine relativamente breve, almeno per noi



Fabbrica della carta di bambù in Cina.

Fabbrica della carta di bambù in Cina.

che lo consideriamo a tanta distanza. Allora ebbe ciotole di terra seccata o cotta, e di legno, le materie più adatte a soddisfare un tale bisogno, e orci per attingere e conservar l'acqua.

Quanto durò un tale stato di cose? Certo, fino a che non avvenne la scoperta del vetro, prima dei tempi storici. L'attesta il fatto dell'essersi trovate delle perle di vetro nerastro in tombe del periodo del bronzo. — Perle, non vasi o altri oggetti foggiati a scopo utile. Questo farebbe pensare all'affermazione di Herbert Spencer, il grande filosofo inglese, che nella storia della civiltà, il pensiero d'ornarsi abbia preceduto quello di provvedere alle cose utili. Il selvaggio che sfoggiava il mantello avuto in regalo nei giorni di bel tempo, e lo poneva con cura in quelli piovosi, rappresenterebbe nè più nè meno che l'umanità.

È però da pensare che si cominciasse dalle perle di vetro, semplicemente per effetto del caso. Al che gioverà cercare quale fondamento abbia la leggenda raccolta da Plinio il vecchio, naturalista, che viveva nel primo secolo dell'èra volgare.

2. — Narra dunque Plinio, che certi mercanti fenici, circa tremila anni fa, scendessero sopra una barcaccia a vela lungo le coste di Siria. Il capitano, giunto alla foce del fiume Belo, detto oggi Nahr-Halu, con uno slancio vigoroso, e profittando del vento che soffiava da poppa, vi lanciò il piccolo naviglio, risalendo la corrente fino a breve distanza dalla costa, in luogo abbastanza difeso, dove gettò l'àncora. Equipaggio e passeggeri, discesi a terra, accesero il fuoco per cuocere il cibo. Non trovando pietre per formare una specie di fornello da collocarvi sopra la marmitta, presero dei grossi pezzi di *natrone*, carbonato di soda, di cui il bastimento era carico, li disposero opportunamente su la sabbia fine e bianca della quale era coperta la riva del fiume, e così raggiunsero il loro intento. Il fornello fu apprestato, sul fuoco già acceso, e vi posarono la marmitta.

Mentre il cibo si cuoceva, apparve su la sabbia un rigagnolo di sostanza semiliquida e lucente, che allonta-

nandosi dal fornello inprovvisato, e raffreddandosi, diventava solida e trasparente. Quei mercanti fenicî la raccolsero, l'osservarono, osservarono come s'era formata, e la scoperta del vetro era fatta.

Il racconto è certo attraente. Peccato che il fatto appaia materialmente impossibile a chi non ignora come occorra un calore elevato a 1000 e fin 1500 centigradi, in fornì costruiti a bella posta, per fondere le sostanze necessarie a comporre il vetro.

V'ha chi spiega, che non doveva trattarsi di natron, bensì della cenere prodotta dalla combustione del legno di cui que' marinai s'eran serviti: forse rami di *Kali*, una pianta che abbonda in quella regione. La variante però non rende il racconto più verosimile, e la verità riman questa, che intorno all'origine del vetro non si sa nulla, e che bisogna procedere per induzione.

Per tornare alle perle di vetro nero dell'età del bronzo, giova notare che esse dovevano essersi formate accidentalmente nei forni dove si facevano fondere le piriti di rame e lo stagno. Infatti, il loro colore ne rivela l'essenza. Si tratta di scorie formate dall'allumina abbandonata dal minerale e dalla silice e colorate dall'ossido di rame o di manganese. Più tardi, allorchè gli uomini ebbero scoperto il ferro e appreso a fonderlo, le scorie furono incolorate dall'ossido di questo metallo.

In ogni modo, è certo che il vetro ha origine remotissima. Ne fa menzione la Bibbia nel libro di Giobbe e in quello de' proverbi, e lo storico Giuseppe Flavio, vissuto a Roma sotto Vespasiano e Tito, ne attribuisce la scoperta fortuita all'incendio appiccato dagl'israeliti a una foresta. Gli Egiziani erano abili vetrai da oltre due mila anni prima dell'èra volgare.

3. — Un dubbio legittimo, è se, prima di pensare a fabbricar col vetro vasi da contener liquidi, l'uomo avesse voluto appagare un altro bisogno, forse più sentito? Come fu detto, basta raccoglier l'acqua nel cavo delle mani, per dissetarsi, e servono benissimo all'uopo recipienti di terra cotta e di legno. Invece, la casa cieca è triste, inabitabile. Per le aperture lasciate all'aria, pe-

netrano anche il vento, la pioggia, la neve. Durante la notte, venivano sbarrate, ma durante il giorno occorreva aprirle, perchè la casa non rimanesse immersa nell'oscurità. Il vetro lascia passare la luce e protegge la casa dalle intemperie.

Noi sappiamo che in Roma antica nei telai delle finestre si solevano inserir delle foglie sottili di mica, e che appena l'arte vetraria vi pervenne dall'Egitto, furono sostituite con lastre di vetro. Seneca scrisse che in Roma un uomo veniva reputato povero, se non poteva coprir con lastre di vetro il soffitto della sua dimora. Racconta Plinio che Marco Emilio Scauro, principe del Senato, vissuto dal 163 all'89 avanti Cristo, fece fabbricare un teatro a tre piani, dei quali il primo in marmo, il secondo in vetro, il terzo in legno dorato, e soggiunge: « lusso del quale non s'ha più esempio ».

Avanzi di lastre di vetro ai telai delle finestre furono trovati negli scavi di Pompei, d'un color verde azzurrognolo. Anche in Roma, i vetri delle finestre (s'intende che n'eran munite le case ricche) avevano una tinta e recavano delle figure dipinte.

In Roma, erano un'importazione dall'Egitto; ma in origine, la lastra di vetro non avrebbe preceduto gli altri oggetti formati con questa materia? Gli uomini primitivi, poichè l'invenzione del vetro risale fino ad essi, passarono prima da un espediente all'altro: la pelle d'animale distesa davanti all'apertura che dava aria alla loro dimora, cedette a ripari di tessuto rado, appena seppero fabbricarne, o forse a rozze pergamene oliate e però traslucide. Qua e là, vennero in loro soccorso le lamine di mica, trasparenti; ma la lastra di vetro diede alla finestra il suo integramento definitivo.

Nelle fonderie primitive del bronzo e del ferro, le scorie abbondanti formavano talora certamente dei larghi piastroni di vetro, che venivano usati come lastre. L'uomo riflessivo cercò di produrne pensatamente molte, e provvide per tal guisa ad appagare uno de' maggiori bisogni.

Non è che un'induzione, perchè all'aprirsi del periodo storico troviamo il vetro egualmente diffuso dovun-

que, in tutte le forme. Notate però che era costosissimo. Nerone pagò 6000 sesterzi (circa 900 lire di nostra moneta) due piccole coppe, e nel terzo secolo l'imperatore Aureliano, essendosi impadronito d'Alessandria, si fece pagare dall'Egitto un tributo d'oggetti di vetro.

I Romani avevano diffusa l'arte vetraria in quasi tutte le province dell'impero; ma dopo le invasioni barbariche, l' Europa era rimasta devastata e sconvolta. In tutto quel tempo, l'arte vetraria si mantenne e fiorì in Oriente, specialmente a Bisanzio, incoraggiata e protetta dagl'imperatori.

L'uso delle lastre di vetro alle finestre s'era perduto al sopraggiungere del medio evo. Riapparvero a quelle delle chiese nel quarto secolo : piccoli vetri di forma rotonda, che più tardi furono dipinti. Nel dodicesimo secolo, dove più dove meno in tutta l'Europa si videro le lastre di vetro bianco alle finestre delle case.

4. — Dal racconto di Plinio intorno all'origine del vetro, avete già appreso di quali sostanze sia composto. Si tratta d'una miscela di silice e d'un ossido metallico, alcalino o terroso, potassa o soda, calce, allumina o magnesia. La silice si combina con l'ossido metallico, e genera dei silicati di potassa, di soda, di calce, e via dicendo. — La natura ne ha offerto all'uomo il modello. Il feldspato, la mica, il granito, il porfido, il basalto, le lave, la lavagna, le argille, l'amianto sono silicati naturali. L'uomo non crea nulla : scopre e imita.

Naturalmente, la composizione varia secondo la qualità del vetro che si vuol ottenere. Il vetro da lastre per finestre è composto di silice, soda, calce; il vetro per bottiglie nere, di silice, soda o potassa, calce, allumina, ferro; il vetro di Boemia per vasellame, di silice, potassa e calce.

Se alla calce viene sostituito l'ossido di piombo, allo stato di minio, che è silicato di piombo, si ottiene il cristallo, assai più fine del vetro, bianco, limpido, e però d'una trasparenza nitidissima, e d'una viva sonorità. I raggi luminosi che l'attraversano subiscono una rifra-

zione, vale a dire una deviazione assai maggiore di quella del vetro comune.

Come vi sono più qualità di vetro, così variandone la composizione, si ottengono più qualità di cristallo. Col *crown-glass*, che non è propriamente cristallo, ma vetro di composizione simile a quello di Boemia, perchè contiene sabbia bianca, carbonato di potassa, carbonato di soda, creta, acido arsenioso, si fanno le lenti per gli strumenti d'ottica; ma per le più potenti s'impiega il *flint-glass*, che è un vero cristallo, composto di sabbia bianca, di minio e di carbonato di potassa purissimo. — Un cristallo ancor più ricco di piombo, densissimo, dotato d'un potere grandissimo di rifrangenza, è lo strass, che faccettato imita il diamante, e colorato con varî ossidi metallici serve alla fabbricazione delle pietre preziose artificiali.

Or voi vedete la maravigliosa utilità del vetro e del cristallo. Noi vi siamo talmente assuefatti, che quasi non l'avvertiamo più. Per sentirla dovremmo esserne privi per qualche tempo. Lo stesso è di tutte le cose. Come nessuno pensa a chiedere a se stesso che avverrebbe se l'aria non vi fosse, perchè troviamo l'ipotesi assurda e strana, dal momento che l'aria c'è, così nessuno pensa a chiedersi che avverrebbe, se il vetro e il cristallo mancassero.

Per lasciarvi entrare la luce, dovremmo tornare alla pergamena e alla carta oliata, o alla mica; ma le une, per difetto di trasparenza, non ci lascerebbero vedere al di fuori: l'altra è troppo scarsa e però troppo costosa per bastare a un uso così generale. Noi possiamo ora invece scorgere, a traverso le invetriate, la campagna, il mare, la città, seguir la gente che passa per le vie, rallegrar l'occhio nella vista del cielo: nelle serre difendiamo con invetriate fiori e piante dal freddo, ne affrettiamo il germogliare, ne rendiamo possibile la coltivazione, anche se vengono da climi tropicali. Vetro e cristallo ci forniscono vasi d'ogni forma e d'ogni colore, o splendidi per la iridescenza madreperlacea, dalla tersa coppa al bicchiere levigato e lucente, dalla capace caraffa alla bottiglia svelta ed elegante. Se introducete del

liquido in un recipiente di vetro, potete misurarne con l'occhio la quantità.

Il vetro è la più maravigliosa delle materie solide: più trasparente del ghiaccio, più terso dell'acqua, perchè non ha ondulazioni. Unito, levigato, brillante, si lascia attraversare dai raggi luminosi e dalle vibrazioni sonore, e prende fra le mani dell'artista le forme più squisite, più graziose, più fantastiche e bizzarre. La sua leggerezza ci consente di sollevare senza sforzo il bicchiere nei lieti simposî, esprimendo i nostri augurî di vita e di felicità; le sue faccettature gli danno riflessi magici, che ricordano quelli del brillante. Appaga bisogni materiali e bisogni estetici: soddisfa lo spirito e la vanità; sostituisce la perla e la pietra preziosa.

5. — Si spiega bene che coloro i quali possedettero il segreto del vetro, così utile per le sue preziose qualità, circondassero di mistero l'arte di fabbricarlo. Doveva apparir quasi magica una sostanza attraverso la quale si vedono le cose, come se nessun ostacolo s'interponesse fra esse e il nostro occhio. L'uccello inconsapevole, chiuso in una stanza, si slancia contro i vetri delle imposte delle finestre, credendo di trovar libero il passaggio: gli altri animali hanno la medesima illusione. In antico, pertanto, e nel medio evo, il vetraio veniva considerato come un uomo di rara virtù, come un alchimista capace di nobilitar la materia, e però la sua industria era tenuta in gran pregio, ed egli, se da una parte vedeva ristretta la propria libertà dall'obbligo di custodire il segreto della sua arte, che era privilegio e ricchezza della città o dello stato dove l'esercitava, dall'altra godeva di molti e notevoli privilegi.

Venezia, che nell'XI e nel XII secolo era divenuta padrona del Mediterraneo, dopo che i Crociati, nel 1203, ebbero presa Costantinopoli, chiamò a sè vetrai bizantini e greci che erano fuggiti di là, e confermati loro tutti i privilegi dei quali godevano in patria, quello fra gli altri d'essere esenti da ogni imposta, conferì loro la cittadinanza, ciò che li abilitava a concorrere ai più alti impieghi della Repubblica. I nobili patrizi potevano,

senza derogare al loro grado, sposar le figlie dei maestri vetrai, e i figli che ne nascevano ereditavano i titoli di nobiltà.

Le vetrerie veneziane spiegarono ben presto un'attività singolare, ed eclissarono quelle di tutte l'altre città. Per più secoli, le galee veneziane trasportarono i prodotti di esse non solo in tutta Europa, ma finanche in Oriente, che dell'arte vetraria era stata la culla, in Egitto, in Etiopia, in Abissinia, sul litorale mediterraneo dell'Africa, nell'Asia centrale, nelle Indie, in Cina, procacciando alla Repubblica un'immensa ricchezza. Il governo veneziano adottò pertanto le più rigorose precauzioni per conservare il monopolio che s'era procacciato.

Verso la fine del secolo tredicesimo, tutte le fabbriche di vetro furono trasportate nella piccola isola di Murano, su la laguna, col pretesto che esse rappresentavano un continuo pericolo d'incendio per la città, ma in realtà per poter esercitare su di esse e sui vetrai la più assidua e rigorosa sorveglianza. Era vietato agli stranieri di penetrarvi, e ai lavoranti si faceva l'obbligo di non uscir di Venezia, pena la confisca dei beni. Se un operaio avesse trasportata altrove la sua arte, gli si ingiungeva di tornare, e dove non ubbidisse, i suoi parenti più prossimi venivano imprigionati. Allorchè, malgrado tutto, resistesse, l'articolo 26 degli statuti disponeva che si mandasse un emissario a ucciderlo.

I prodotti delle vetrerie veneziane, finemente arrotati, erano maravigliosi: coppe, vassoi, bicchieri d'ogni forma, lisci e a faccette; bottiglie dal collo diritto e lungo, ornate da figurine; vasi scanalati, d'una pasta simile a sabbia d'oro o di vetro ondato, filigranato, bianco, opaco, colorato; vasi a anse; ampolle dorate e inghirlandate, piatti di vetro chiaro, ornati esternamente con rilievi di vetro colorato, smalti, frange, filetti intrecciati; perle, pietre false, fibbie, collane, monili, specchi.

Dispoticamente protetta e vigilata, l'arte vetraria continuò per più secoli a essere per Venezia la sorgente d'immense ricchezze: ma le infinite precauzioni non bastarono ad assicurargliene l'esclusività. Nel secolo XVI, la Germania entrò nella concorrenza, improntando la

prodigiosa arte d'una particolare originalità. Le vetrerie di Boemia fabbricarono specialmente vetri smaltati, singolarmente belli, e più tardi iniziarono un nuovo sistema d'ornamento, quello dell'incisione. Fu creato apposta un vetro grosso, purissimo e però di rara bianchezza, sul quale abili artefici intagliarono arabeschi, paesaggi, figure, e fin ritratti.

Venezia, già scaduta nella sua potenza e nell'antico splendore, perdette anche il primato nell'arte vetraria. La Francia, che dal dodicesimo secolo in poi, fabbricava lastre di vetro per le finestre delle chiese, estese la sua industria agli specchi. Colbert, il grande ministro di Luigi XIV, aveva potuto indurre a prezzo d'oro alcuni operai di Murano a recarsi in Francia, e così vi sorsero prima la fabbrica di Tour-la-Ville, presso Cherbourg, indi quella di Saint-Gobain, ancor celebre oggi.

Dall'Inghilterra, che aveva antiche e fiorenti vetrerie, l'arte vetraria fu arricchita nel secolo XVIII d'una nuova scoperta: quella del cristallo, che si diffuse ben presto in tutta Europa.

6. — Chi fu a Murano, dove ancor dura l'antica tradizione dell'arte vetraria, potè ammirarne i prodigi.

Quale che sia il lavoro che si vuol fare, esso comprende cinque operazioni: polverizzar le materie che devono entrar nella composizione; subire una prima cottura o calcinazione superficiale, alla quale si dà il nome di *fritta,* come nell'arte ceramica; fondere il miscuglio; manipolare e foggiare la pasta che se ne ottiene; esporre l'opera di vetro in temperatura moderata, finchè il forno lentamente si raffreddi, perchè l'impasto acquisti in durezza e resistenza, ciò che vien chiamato *ricottura.*

Non è il caso d'indugiarsi a descriverle minutamente qui. Nel forno di terra refrattaria, riscaldato a legna, vengono introdotti i crogioli, formati della medesima terra pur essi, che contengono il miscuglio da fondere a temperatura altissima, dai mille ai 1500 gradi, come fu già detto. Un calore così intenso fonderebbe mattoni comuni.

Il miscuglio non deve diventar liquido. Appena ha

raggiunto lo stato pastoso, un garzone vi avvicina un tubo di ferro, la *canna*, o *pipa*, che è lungo fin due metri, leggermente assottigliato, dall'estremità munita d'impugnatura di legno, dov'è il *bocchino*, e allargato dall'altra, detta *morsa*. Appunto con questa prende dal crogiòlo la quantità di pasta che occorre, la muove in giro, posandola leggermente sopra un piano di ghisa o d'argilla, e l'arrotonda, sicchè diventi una sfera irregolare. Indi porge la canna al maestro vetraio, avendo cura d'introdurre prima per qualche istante la sfera nel forno, perchè conservi la necessaria pastosità.

È rude il mestiere del soffiatore. Egli applica le labbra al bocchino, e vi soffia dentro, da principio lievemente, e via via più forte. Se vuol fabbricare una lastra, dà col soffio alla piccola sfera la forma di pera; con l'estremità appuntita alla morsa, la ingrandisce quanto occorre, e giunta a punto, ne taglia la cupola, riducendola a un cilindro ancor molle per la sua alta temperatura. Versa allora una goccia d'acqua su la morsa; indi, servendosi d'un filo di ferro rovente, lo distacca da essa, lo depone sopra una larga lastra di ghisa, che forma il piano d'una tavola. Il cilindro è ormai manicotto vitreo. Egli lo taglia nel senso della lunghezza, e l'introduce per qualche momento in un altro forno, perchè riacquisti il calore perduto durante le manipolazioni subìte. Quand'è abbastanza rammollito, lo riporta su la tavola, ne distende i due lembi per mezzo d'un regolo, e scorrendo poi su la sua superficie con un altro regolo foggiato a T, lo riduce a una lastra perfetta. Non resta che passarla alla ricottura.

Questo è il lavoro più semplice; ma il maestro vetraio foggia con la magica potenza del suo soffio oggetti d'ogni specie. Due, tre, più maestri vetrai lavorano insieme a comporre vasi di mirabile fattura.

Il vasellame da fabbricare secondo un modello stabile, vien modellato negli stampi. Poniamo si tratti d'una bottiglia. Il soffiatore introduce la piccola sfera di vetro pastoso nello stampo di terra cotta, spalmato nell'interno d'una sostanza oleosa, che impedisce al vetro d'attaccarsi alle pareti, e continua a soffiare, finchè abbia

presa la forma desiderata. Allora la ritira dallo stampo, e la porge a un altro operaio che ne apre il collo e lo taglia con forbici adatte a quest'uso. Un terzo operaio ne dilata e ne rovescia il labbro, in guisa da formare l'imboccatura. Negli stampi vengono pur lavorati i fiori, le frutta, i rami di foglie, le figure in rilievo, da ornare i vasi di lusso. Un operaio li toglie dallo stampo ancor molli e caldi, e li depone su l'esterno del vaso da ornare, parimenti caldo.

Se si vuol fabbricare un tubo, appena il soffiatore ha formato l'ampolla di vetro incandescente, un compagno applica la morsa della sua pipa alla cupola di essa: dopo di che entrambi s'allontanano in senso opposto, ciascuno dalla propria parte, continuando a soffiare, mentre il tubo s'allunga come una matassa di pasta molle. Esso può raggiungere fin la lunghezza d'ottanta metri.

Voi non avete forse mai pensato per quante mani devono passare, prima di giungere su le nostre mense i graziosi vasi di cristallo che servono a tanti usi. Coppe, bicchieri, caraffe, bottiglie, anfore, non sono finiti staccati dalla pipa del maestro vetraio, o dopo essere stati tolti dallo stagno e tagliati. Vogliono essere digrossati, torniti, lisciati con lo smeriglio, faccettati prima con la ruota d'acciaio da sbozzatura, poi con la ruota di pietra fina, e finalmente con la ruota di legno dolce. Ultima operazione è la pulitura, data da una ruota di sughero, consparsa a intervalli di stagno calcinato, asciutto.

7. — Il modo di lavorare il vetro, col soffio della pipa dura tuttavia per gli oggetti artistici che devono aver pregio per l'originalità del disegno e dei fregi: ma grandi perfezionamenti furono introdotti nelle vetrerie, per la produzione degli oggetti d'uso comune.

La soffiatura fa dell'arte vetraria un lavoro dei più faticosi ed estenuanti per il maestro vetraio, dal quale richiede una enorme quantità di forza muscolare. I polmoni in ispecie vengono sottoposti a rude prova per lo sforzo che devono produrre e per l'aria infocata che aspirano. A quarant'anni, il soffiatore di vetro è già vec-

chio, e questo spiega come il suo salario sia d'assai superiore a quello degli altri operai. Esso deve compensare il consumo d'energia che richiede.

Ma al soffio potente che esce da petti robusti, fu sostituito quello d'un tubo di caucciù che spinge nella canna l'aria compressa contenuta in un serbatoio col quale comunica. Il maestro vetraio, regola il passaggio e la pressione dell'aria per mezzo d'un pedale. Il congegno è così perfetto che si può con esso forzare, affrettare, diminuire, trattenere il soffio. La pressione raggiunge un limite che nessun petto umano riuscirebbe a toccare. Furono ottenute, mediante l'aria compressa, delle sfere maravigliose, fin d'un metro e sessantacinque centimetri di diametro, spingendo l'aria a una pressione di sei chilogrammi per centimetro quadrato. Viceversa, con un lievissimo soffio, prodotto dalla pressione di due grammi, si ebbero delle sferine minuscole, di nove centimetri di diametro.

La scoperta di questo meccanismo benefico fu provvidenziale. Per essa vennero economizzate le energie del maestro vetraio, e insieme si moltiplicò la produzione, diminuendo il costo delle cose fabbricate, che diventarono accessibili a tutti. La famiglia più modesta possiede vasellame di vetro limpido e terso che ne rallegra la mensa, e oggetti graziosi che ne adornano la casa.

Col nuovo sistema di soffiatura si possono ottenere in un'ora tubi d'un diametro infinitesimale, veri fili di vetro vuoti, della lunghezza di trenta chilometri. Una ruota che compie meccanicamente cinquecento giri in un minuto, avvolge i tubi via via si vanno formando.

Le lastre, parimenti, non furono più soffiate, specialmente le grandi lastre da specchi. Sarebbe stato impossibile raggiungere con la soffiatura dimensioni spesso colossali. Fu pertanto sostituita dalla colatura. Attinta dalla vasca la materia in fusione mediante un enorme secchio che viene meccanicamente trasportato al di sopra di una tavola di bronzo o di ferro, munita di sponde, che impediscono alla materia incandescente d'uscire dal piano, vi viene versata, e tosto s'espande come un tappeto di fuoco. Tosto, due operai vi fanno scorrere so-

pra il cilindro laminatore. Due regoli metallici determinano la larghezza e lo spessore della lastra. — Non appena questa ha acquistata la necessaria consistenza, viene introdotta nel forno davanti il quale è collocata la tavola da colatura, e vi rimane tre giorni, per ricuocersi e raffreddarsi lentamente.

Alla legna per il riscaldamento dei forni, si trovò il mezzo di sostituire l'antracite: ma pur questa fu abbandonata, per usare il gas-luce, che dà un calore più uniforme, più moderabile secondo il bisogno, e in grazia del quale è possibile seguir costantemente la fusione del miscuglio.

Anche i crogiòli scomparvero. Il distribuir la materia da fondere fra molti di essi, rendeva l'operazione complicata e lenta, perchè un crogiòlo separato ne poteva contenere, al più, 400 chilogrammi. Invece, furono costruiti forni con ampie vasche, della capacità fin di 400 mila chilogrammi, nelle quali s'agita e ribolle il miscuglio in fusione. In grazia di questa innovazione, una quantità straordinaria di lastre o di vasellame vien fabbricata rapidamente, e può essere venduta a mite prezzo.

Ma col cessare d'esser lungo e penoso, il lavoro del vetro non richiede minor fatica, minor impiego d'energia, minor resistenza. Nella vetreria s'irradia dai forni un calore soffocante, e il fuoco dove si continua a usar combustibile solido, romba sordamente intorno alle vasche dove bolle il vetro in fusione.

8. — Quantunque l'industria vetraria sia salita a tanta perfezione, da entrare in tutti gli usi della vita, il progresso di essa non ha raggiunto ancora il culmine. La vedremo ascendere ancora, e appagare infiniti bisogni: molto più che i bisogni nascono a mano a mano la civiltà procede, si svolge, crea nuove condizioni d'esistenza e nuovi desiderî.

Le proprietà intime del vetro, e quelle che acquista dal perfezionarsi dell'arte che lo produce, sono infinite. Cattivo conduttore dell'elettricità, offrì un isolatore perfetto: pessimo conduttore del calorico, fornì il mezzo di conservare nelle nostre dimore quello che vi si pro-

duce naturalmente e artificialmente. La sua plasticità è tale che può prendere tutte le forme: la sua duttilità, portentosa. Non solo può essere ridotto in tubi d'un diametro infinitesimale, come s'è detto testè, ma in fili più fini dei capelli, e la filatura del vetro non è una novità: basti il dire che nel secolo XVIII lo si filava sottile da quanto la seta, sicchè se ne fecero pennacchi, fiocchi, e fin parrucche. Intrecciandolo, si fabbricarono di vetro filato cestini, vasi fantastici da ornamento, in forma di navi con alberi e attrezzatura, lampade. Ancora. Fu impiegato nella tessitura di stoffe, che offrono ottimi filtri per gli acidi, e se ne ottennero, mescolandolo con seta, broccati splendidi per paramenti da chiesa.

Ai molti pregi del vetro, contrastava un difetto, quello della sua fragilità, che sembrava escluderlo dalle grandi utilità. Un urto basta a spezzare la grossa lastra, e a mandare in frantumi l'oggetto dalle pareti sottili.

Ebbene, questo difetto fu rimosso. Da gran tempo s'era scoperto il modo di temperare il vetro. I romani lo conoscevano, e Plinio narra che ai tempi di Tiberio un artigiano aveva offerta all'imperatore una boccetta di vetro purissimo, la quale, scagliata con forza sul suolo, non s'era spezzata. Sembra che il vetro temperato e però infrangibile, venisse fabbricato anche in Persia prima del diciassettesimo secolo; ma il segreto da noi s'era perduto. Nel 1874, un chimico francese, La Bastie, riuscì a ritrovarlo. Esso è molto semplice: per temperare il vetro, basta renderlo rovente al fuoco e immergerlo nell'olio caldo o nel vapore acqueo a 100 gradi centigradi. Quest'operazione gli dà la medesima resistenza dell'acciaio. Una lastra di vetro temprato, dello spessore di 28 millimetri, non si rompe all'urto formidabile di 450 chilogrammi, che vi cada su da sei metri d'altezza e che ridurrebbe in frantumi una lastra di ghisa dello stesso spessore, cadendovi da soli tre metri. Un altro fra i maggiori prodigi del'industria moderna è l'avere scoperto il modo di fabbricare il vetro in guisa da dargli una resistenza portentosa, rendendolo duro come la ghisa, solido come l'acciaio, durevole come il marmo. Una volta acquistate siffatte proprietà, è naturale

ch'esso venga usato per le costruzioni, come quei materiali. Oggi si fabbricano mattoni e pietre d'un vetro che somiglia il granito per la consistenza e per la struttura granulosa. Esso è composto con rottami di vetro rammolliti nel forno, tenuti insieme da una pasta opaca d'estrema tenacità, e serve così a rivestir muri come a lastricar le vie.

Finalmente, si è creato, a imitazione del cemento armato, il *vetro armato*. Un leggero graticcio metallico, inserito nella pasta del vetro, ne decupla la resistenza e in caso di rottura impedisce ai frammenti che lo compongono di staccarsi.

Avremo dunque degli edifici di vetro. A Parigi, durante l'esposizione del 1900, veniva ammirato il palazzo luminoso, coi muri, i pavimenti, le colonne, il tetto, le gradinate, di vetro. V'erano stati messi in opera ben 107 mila chilogrammi di pasta di vetro, in 3600 forme diverse. La luce elettrica, accendendosi d'improvviso dietro a quei muri e a traverso i pavimenti trasparenti, riflettendosi su gli ornati, pur essi di vetro, creava una visione fantastica incantevole.

Gli strumenti ottici, coi quali l'astronomo esplora il cielo e lo scienziato osserva la struttura degli animali, delle piante, dei minerali, telescopi e microscopi, hanno lenti di cristallo finissimo. Di vetro purissimo o di cristallo sono gli obiettivi delle macchine fotografiche. La più piccola bolla d'aria, nella massa della lente, anche impercettibile a occhio nudo, basta ad alterare e deformare le immagini. Vi sono lenti di maravigliosa purezza, del diametro straordinario di un metro e venticinque centimetri.

All'utilità del vetro e del cristallo nelle costruzioni, nelle ricerche della scienza, nell'arte, nell'ornamentazione, negli usi della vita, aggiungete quelle che riguardano la sicurezza della casa e l'igiene.

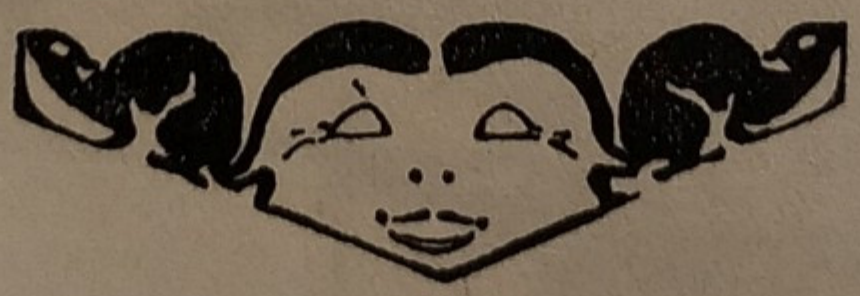
Il dottor Fuchs di Monaco fece nel 1825 un'importante scoperta. Egli partì dal principio che nessuna materia può ardere con fiamma se non a una temperatura molto alta, e se manca l'aria che alimenti con l'ossigeno la combustione. Ciò posto, cercò una sostanza atta a

evitare il contatto dell'aria con tutto ciò che può essere investito dalle fiamme d'un incendio. Con una miscela di 10 parti di potassa, 15 di quarzo ridotto in minutissima polvere, e una di polvere di carbone, fusa, lasciata raffreddare, compose il vetro solubile. Polverizzato e stemperato in una quantità d'acqua bollente quattro o cinque volte il suo peso, se ne spalmano con un pennello gli oggetti che si vogliono preservare. Non si evita in modo assoluto l'incendio, ma si neutralizza la fiamma, l'elemento terribile che lo estende spesso con rapidità spaventosa, massime se vi soffia su il vento. Le materie protette da uno strato di vetro solubile si abbrustoliscono, si carbonizzano lentamente, ma non s'infiammano.

Rispetto all'igiene, il vetro solubile ha un'altra applicazione importante. Nelle case dove il pavimento è di mattoni, questi si consumano camminandovi sopra, e sollevano una polvere minutissima che durante la respirazione penetra nelle narici, nella trachea, nei bronchi, e li offende. Spalmati i pavimenti con una soluzione molto diluita di quel vetro, e poi con un'altra alquanto più concentrata, il grave inconveniente è rimosso.

Le pareti delle sale da bagno, delle sale operatorie degli ospedali, delle cucine, delle latrine, rivestite con lastre di vetro, possono venire agevolmente liberate da ogni impurità con lavature disinfettanti.

Da che il vetro entrò negli usi quotidiani della vita, si rese indispensabile; ma ora i suoi benefizi si vanno ogni giorno moltiplicando con nuove applicazioni, e un'èra nuova s'apre nella sua storia. Il secolo XIX fu il secolo dell'acciaio : il XX potrebbe un giorno venir chiamato il secolo del vetro.



Macchine linotype.

Macchine linotype.

UN AMICO SINCERO

1. Una vecchia favola e un'antica storia. — 2. Gli specchi metallici. — 3. L'origine degli specchi di vetro. — 4. La scoperta del cristallo. — 5. Dalla sfoglia all'amalgama. — 6. L'avvelenamento mercuriale e l'argentatura.

1. — Voi ricordate certo la favola della bertuccia, che si mirava allo specchio. Siccome vi si trovò assai brutta (a torto, perchè io penso che come bertuccia, poteva anche essere bellissima) diede di piglio a una mazza, e gli assestò un tal colpo, che lo mandò in pezzi. E poi? E poi, in ogni pezzo ritrovò la sua brutta immagine. Danno e beffe. La favola è storia: la storia della vanità. Quante bertucce umane, e però da presumersi ragionevoli, non se la prendono con lo specchio, e l'accusano d'infedeltà, se le fa — esse dicono « le fa » — brutte? Con lo specchio, e col fotografo, il quale, perchè interessato, ha trovato nel ritocco un mezzo facile per secondarne le velleità.

Ma lo specchio, se di quei buoni, come presuppone l'autore della favola, non adula e non tradisce: vi rifà quali siete. I brutti possono consolarsi, pensando, al pari della bertuccia, che sia di quei cattivi: uno specchio che riflette la vostra immagine deformata, pallida, terrea, verdasta.

La vanità, del resto, non è d'oggi: nacque con l'uomo, e a mano a mano egli maturò nel tempo, ingigantì in lui. Badate, ho detto « con l'uomo », e voi non correggete « con la donna », per non commettere una scor-

tesia. D'altra parte, lo specchio è divenuto una necessità, perchè il nostro abbigliamento si è complicato sempre più attraverso i secoli. Prima d'uscire, prima di ricevere una persona di riguardo, è pur necessario assicurarsi che il cappello sia diritto, che la cravatta non scenda sul petto di sbieco o da una parte, che il vestito non faccia brutte pieghe. L'impongono le convenienze, e non si transige.

Nella storia naturale dell'uomo, le « convenienze » appaiono assai prima che la civiltà le abbia prescritte.

Il selvaggio citato da Spencer, del quale parlammo, è il tipo dei nostri antichi progenitori, che abitavan le rive dei fiumi, degli antri e delle capanne. Proprio vero: l'ornamento precede il vestito. Fin d'allora, essi avevano lo specchio. Le acque dei fiumi, limpide, quelle delle sorgenti raccolte in piccole conche rocciose, quelle degli stagni, riflettevano le loro immagini ogni volta si sporgevano dalle sponde a rimirarvisi. Peccato, immagini tremolanti e incerte. Espediente adottato anche in tempi meno lontani, e un'altra favola racconta di Narciso che specchiandosi al fonte piacque tanto a se stesso, che vi si gettò per abbracciare la propria immagine, e perì miseramente annegato. Un moralista aggiungerebbe alla favola: « vanità punita ».

Sarà accaduto alcun che di simile agli uomini primitivi? Probabilmente... a rovescio. Pensate. Essi non avevano idea di riflessione della luce, e poterono credere che le loro immagini fossero nemici i quali salissero insidiosamente dal fondo per assalirli. Forse, volendo respingerli e ucciderli, s'avventarono furiosamente nell'acqua, e se questa era molto alta, vi perirono, e i superstiti, pieni di terrore infantile pensarono che gli uomini e le donne dell'acqua fossero spiriti, fantasmi invincibili, contro i quali era inutile combattere.

Ma erano certo già familiarizzati con lo specchio offerto dalle acque, più tardi, allorchè incidevano la faccia, le braccia, le gambe, con lunghi solchi paralleli, e dipingevano il volto con ocra rossa disciolta nel grasso, o coprivano il corpo di strani disegni, di figure d'animali, pungendosi con un piccolo strumento a foggia di pèt-

tine, e iniettando nelle punture la materia colorante. Fin la folta e cresputa capigliatura arrossavano con calce stemperata nell'acqua. Essi vollero certo ammirare il loro proprio aspetto e di quale altro specchio, se non di quello offerto dall'acqua, poterono mai servirsi?

La natura provvida apprestò dunque l'ausiliario primitivo dell'ornamento.

2. — È scritto nell'Esodo, cioè nel secondo libro della Bibbia, dove è narrata l'uscita degli ebrei dalla terra d'Egitto, che Mosè fece fabbricare un bacino con piedestallo, col rame degli specchi tolti alle donne che vigilavano alle porte del tabernacolo. Ecco gli specchi più antichi, dei quali si abbia notizia, e li ritroviamo fra mano delle donne. È lecito pensare che esistessero già da gran tempo. Nell'età del bronzo, e al principio dell'età del ferro, gli ornamenti femminili abbondavano, come l'attestano gli avanzi ritrovati qua e là, unici documenti della vita primitiva. Alle collane di denti canini e incisivi d'animali, o di pallottole d'osso e di corno di cervo, agli spilloni della stessa materia, delle età precedenti, s'erano aggiunti gli aghi crinali di più forme, i braccialetti, gli anelli, i pendagli, i pèttini, le fibule di bronzo, le collane d'ambra e di smalto, spesso ornati di disegni, che dimostrano una certa ricercatezza nell'abbigliamento femminile e nell'acconciatura dei capelli. È impossibile che mancasse lo specchio metallico, e certo fu foggiato di pietra nera levigata, di bronzo o di rame puro.

Specchi metallici ebbero pure i popoli civili nei loro primordi storici. I Greci di Corinto ne foggiarono degli splendidi col rame e col bronzo bianco, ottenuto aggiungendo arsenico al rame e allo stagno che compongono il bronzo: specchi rotondi, ovali, quadrati, fissati in un manico. Ma dovevano esservene pur dei grandissimi, non maneggevoli, da addossare alle pareti, se è vero, come racconta Quintiliano, che Demostene, il più grande fra gli oratori greci, studiava i gesti e le pose nelle quali doveva atteggiarsi, davanti a uno specchio dell'altezza di un uomo. Il tempio d'Esculapio, al quale ve-

niva attribuita, al dire di Cicerone, l'invenzione degli specchi, ne aveva dei grandissimi.

Roma ereditò dalla Grecia, con le arti, le raffinatezze del lusso, e però gli specchi di metallo, che venivano fabbricati a Brindisi, emula di Corinto in questa industria, erano specchi d'ossidiana, pietra nera, facile da rendere lucida e brillante in modo straordinario, di bronzo, di stagno, di ferro, d'argento. Questi ultimi, elegantissimi, avevano la cornice e il manico d'oro artisticamente cesellati e tempestati di pietre preziose. Il lusso degli specchi fu spinto a tale eccesso, che si finì col fabbricarli d'oro, e quelli d'argento divennero tanto comuni, che vennero lasciati agli schiavi: di che Seneca moveva acerbi rimproveri alle matrone del suo tempo. Per mantenere il metallo dello specchio ben lucente, lo si strofinava con una spugna spolverata di pomice, che veniva tenuta appesa alla cornice, e lo si conservava in una cassetta d'assa fetida che allontanava con l'ingrato odore gl'insetti e con le sue virtù i malefizi. Una schiava era specialmente incaricata di custodirlo.

3. — Ogni superficie lucida, riflette la luce, e però serve di specchio; ma è pur sempre uno specchio opaco, nel quale non si delineano le cose con purezza. Questo è anche del metallo forbito.

Come si pensò al vetro? Vogliamo appagare la nostra curiosità con qualche induzione? Vediamo. Spesso, una signora o una signorina, che si trovino in un luogo dove lo specchio manca, e vogliano mettersi il cappello, o ricomporre l'abbigliamento, ricorrono a un espediente assai facile. Esse aprono un'imposta a vetri della finestra, in guisa che vada quasi a combaciare con lo scuretto. Questo è per lo più di color cenerino, in ogni modo scuro, e offre uno specchio improvvisato, nel quale l'immagine appare abbastanza nitida, se la persona che se ne serve sa collocarsi nelle condizioni favorevoli di distanza e di luce.

Or non è egli facile supporre che il caso abbia suggerito in modo simile a questo lo specchio su vetro? Forse una lastra di vetro, collocata sopra un piano scu-

Ufficio postale pacchi.

Ufficio postale pacchi.

ro, offrì l'immagine della persona che ve lo deponeva, o quella delle cose circostanti, come alberi, colonne, ornamenti del soffitto.

Nella imposta a vetri, formata di molte piccole lastre, poichè non è da pensare alle grandi lastre d'un sol pezzo che muniscono oggi le nostre finestre, qualcuno s'accorse ben presto del medesimo fenomeno. Di qui, la prima idea d'usare questa materia per gli specchi, collocando la lastra di vetro sopra un'altra di metallo ben levigata, forse il bronzo, forse il ferro: forse rivestendone lo specchio metallico stesso. I primi tentativi non appagarono certo l'artefice, ma ne stimolarono l'ingegnosità, fino a che pervenne a trovare un mezzo più razionale per ottener l'intento, rendendo la materia metallica aderente alla lastra.

Sidone, antica città della Fenicia, ora Saida, secondo tutte le migliori probabilità, vide nascere lo specchio di vetro, che è d'altra parte antichissimo. Nelle tombe egiziane furono scoperti specchi di vetro, incastrati in una cornice di legno, e sorretti da piedistalli di terra cotta, foggiati a figurine. L'Egitto ebbe senza dubbio i primi specchi di vetro da Sidone; indi, non appena appreso il segreto, ne fabbricò da sè nelle sue grandi vetrerie.

Dall'Egitto, gli specchi di vetro passarono in Grecia, come ne fa fede Aristotile, il grande filosofo stagirita, vissuto dal 384 al 322 avanti Cristo. — « Se i metalli e le pietre (egli dice in una delle sue opere) vogliono essere lisciati per farne degli specchi, il vetro e il cristallo devono essere coperti d'una foglia di metallo, perchè riflettano le immagini degli oggetti ».

V'avverto di non cadere in errore, perchè Aristotile parla di « cristallo ». Voi sapete che questa sostanza rappresenta un perfezionamento del vetro che fu ottenuto assai tardi, aggiungendo minio, cioè ossido rosso di piombo, e carbonato di potassa purificato, al miscuglio siliceo. — Neppure è da credere che Aristotile indicasse col nome di cristallo, come gli antichi vetrai, il vetro bianco, preparato con la maggior cura, che apparve relativamente assai più tardi.

4. — Quello del quale parla Aristotile, dev'essere il cristallo naturale, detto cristallo di rocca o scientificamente quarzo ialino, che vuol dir verdastro, (forse *quarzo* perchè si presenta in prismi rettangolari, cioè con sei facce a quattro angoli, sormontati da piramidi con la base esagonale) : silice chimicamente pura, e però incolore e trasparente. Siccome, per molti secoli, il cristallo di rocca fu il tipo ideale del vetro, s'intende che Aristotile chiama cristallo il miglior vetro che a' suoi tempi veniva fabbricato, per ragione di somiglianza.

Il cristallo nacque in Inghilterra verso la fine del secolo diciassettesimo, e precisamente allorchè s'incominciò a usare nei forni delle vetrerie, invece della legna per combustibile, il carbon fossile. Fu il caso, anche qui, che guidò l'uomo. Su le prime, il miscuglio siliceo veniva messo a fondere in crogiòli scoperti; ma siccome il gas che veniva sviluppato dal carbon fossile infiammato dava al vetro una tinta scura, fu adottato il sistema di proteggerli con coperchi a cupola. Il rimedio ebbe un altro inconveniente : la pasta del vetro era meno calda e però la fusione richiedeva maggior quantità di combustibile, donde un aumento sensibile nel costo del prodotto. Come provvedervi? — La materia che nel miscuglio accelera la fusione, appunto perciò chiamata *fondente*, è il carbonato di soda. Se ne aumentò dunque la dose, per averne risparmio di combustibile; ma l'effetto fu anche peggiore, perchè si ottenne vetro di qualità inferiore e sempre di tinta scura. A qualcuno allora venne in mente d'aggiungere al miscuglio del minio, che ha potere fondente assai maggiore del carbonato di soda. Ne derivò del vetro maraviglioso, d'un bianco purissimo, lucido, d'una rifrangenza straordinaria, eguale a quella del diamante, che fu chiamato cristallo. Da quel tempo, gl'inglesi fabbricarono soltanto di questa materia il vasellame da mensa, e l'uso della cristalleria si radicò talmente, che il vetro propriamente detto non vi trovò fortuna, anche perchè non venne più fabbricato per lungo tempo. Le vetrerie non fondevano che miscugli con ossido di piombo. Verso la metà del secolo passato, esse tornarono a fabbricarlo; ma non potè so-

stituire, neppure nelle famiglie di modesta fortuna, il cristallo, che ha per sè la tradizione nazionale e la consuetudine.

5. — Per tornare agli specchi fabbricati a Sidone, essi erano ottenuti, appunto come dice Aristotile, applicando su la lastra di vetro una foglia sottile di piombo, e avevano una riflessione molto debole, di poco superiore a quella degli specchi metallici. Il modo medesimo tenevano i Fenici, gli Egizi, i Greci. Nei primi tempi dell'impero, la fabbricazione degli specchi di vetro, con l'applicazione d'una sottile foglia di piombo, passò anche in Italia, a Brindisi, a Roma, e probabilmente in qualche altra città. Non però i metallici furono abbandonati, specialmente quelli d'argento brunito o d'acciaio.

Il rovesciarsi su l'Italia della valanga barbarica travolse e seppellì ben altro. L'arte del vetro e degli specchi risorse a Venezia, dove la fecero novellamente fiorire, come fu già narrato, i maestri vetrai bizantini. Tanto più e meglio la fecero fiorire, in quanto i Veneziani vi portarono una grande e geniale innovazione. Alla foglia metallica, sostituirono essi, negli specchi, verso il XII secolo, un amalgama di mercurio e stagno, che li rese bianchissimi, luminosi, limpidi, e li circondarono di splendide cornici di vetro faccettato e cesellato, che ne facevano spiccar viemmeglio la lucentezza. Allora, gli specchi metallici incominciarono a sparire. I re, i principi, i grandi signori, vollero subito avere di quelli splendidi che Venezia produceva, ricercatissimi, al punto che il possederne uno era reputato un privilegio. Il loro costo elevatissimo impediva che divenissero d'uso comune, e però questo avvenne lentamente, col tempo. Intanto si continuarono a fabbricare specchi metallici, ma in quantità sempre minore, finchè non trovarono più compratori.

Come Venezia favorisse l'industria del vetro e degli specchi, e ne facesse un monopolio, fu già narrato. Non importa aggiungere che venivano pagati a peso d'oro, quantunque non vi mancassero imperfezioni spesso gravi, e fossero piccolissimi, perchè le lastre di vetro che

venivano impiegate erano fatte col sistema della soffiatura, e non potevano avere dimensioni men che mediocri.

Vi si trovava però sempre l'impronta della genialità artistica. Nessuno sapeva eguagliare i vetrai di Murano nel taglio e nell'incisione dello specchio, nel comporne la cornice con gusto mirabile, nel formare con frantumi di vetro dei mosaici squisiti.

Nei secoli sedicesimo e diciassettesimo, Venezia aveva raggiunta nella fabbricazione del vetro e degli specchi una celebrità mondiale. I mandarini cinesi portavano dei bottoni di vetro di Venezia: le perle di Murano servivano di moneta su le rive del Mar Rosso: con le sue conterie e i suoi vetrami si compravano schiavi su le coste di Guinea; le fanciulle d'Ispahan in Persia portavano in dote, come cosa preziosa, uno specchio di Venezia; Maria de' Medici, regina di Francia, comprava a gran prezzo il celebre specchio in cristallo di rocca, ammirato pur oggi nel museo dei Sovrani di Cluny, con la cornice formata da un reticolato d'oro nel quale sono incastonate delle splendide agate.

6. — La fabbricazione degli specchi non tardò, come quella del vetro, a propagarsi in tutta Europa. La Francia, la Germania, rivaleggiarono con Venezia. Scoperto il cristallo esso fu impiegato invece del vetro per gli specchi di maggior pregio. Nel 1688, un'altra grande scoperta avvenuta in Francia, quella della colatura, produsse una vera e propria rivoluzione nell'arte vetraria, perchè rese possibile la fabbricazione di lastre da specchi grandiose, mentre fino allora queste non differivano dalle ordinarie se non per l'impasto più fino, vale a dire per la purezza delle materie con le quali si formava il miscuglio.

Autore della scoperta fu Luigi Lucas di Nehou, nipote del direttore della vetreria di Tour-la-Ville, nelle vicinanze di Cherbourg, e il nuovo sistema fu rapidamente introdotto dappertutto.

Ma altre innovazioni dovevano seguire. La stagnatura delle lastre (si chiamava così l'operazione con la

quale veniva fissata alla lastra di vetro l'amalgama di mercurio e di stagno) era pericolosa per gli operai, costretti a respirare il vapore di mercurio, che agiva sovr'essi come un veleno lento e terribile. L'avvelenamento mercuriale, infatti, produce coliche e vertigini, asciugati da una continua salivazione. La loro memoria s'indeboliva; un tremito continuo ne agitava le membra. Era doloroso, era crudele che lo splendore della civiltà dovesse alimentarsi d'energie e di vite umane. Ricordava i giochi del circo in Roma, dove il gladiatore moriva per dare una sensazione alla folla.

Intorno al 1850, Drayton, industriale francese, ebbe una geniale idea. Il chimico tedesco Justus Liebig aveva già accertato che l'argento fuso aderisce con forza alla superficie del vetro. Drayton pensò di sostituirlo al mercurio nella fabbricazione degli specchi. Pensiero geniale e benefico insieme. L'argentatura fu pertanto sostituita alla stagnatura. Imperfetta da prima, i notevoli miglioramenti che subì la resero economica e rapida. Lo specchio acquistò maggior limpidità e morbidezza, e divenne meno alterabile che non lo fosse prima con l'amalgama stannifero. Questo, infatti, per l'azione della luce, tende a cristallizzarsi e deforma orribilmente lo specchio.

Non più dunque emanazioni mercuriali, e l'arte del vetraio non è soltanto progredita, ma anche risanata. Il lusso, la vanità, il bisogno dell'ornamento non sono più appagati a prezzo di sacrificî dolorosi, e lo specchio, per la sua perfezione, può essere davvero considerato come un amico sincero, perchè riproduce fedelmente le nostre sembianze.

NELLE VISCERE DELLA TERRA

1. I primi strumenti e le prime armi. — 2 .L'oro. — 3. Il bronzo. — 4. Il ferro. — 5. Il ferro, vero principe dei metalli. — 6. Le miniere e le cave. — 7. Il carbone fossile. — 8. Il paese nero. — 9. Dalle pietre preziose al petrolio.

1. — Sarebbe assai difficile, per non dire impossibile, oggi, rappresentarsi la vita senza metalli. La scoperta dei metalli è il preludio della civiltà. Sono i metalli che fornirono all'uomo validi strumenti, utensili, armi. Da prima, s'era servito, a strappar le radici, a svellere i rami, della mano poderosa: delle unghie e dei denti a incidere, a lacerare, a strappare. La sua arma era stata la pietra rozza raccolta sul suolo, o il ramo nodoso d'un albero: poi, dirozzò e acuminò la pietra, e ridusse il ramo a clava. La difficoltà d'impugnar la pietra senza ferirsi gl'insegnò a fissarla nel bastone spaccato ad un'estremità, che ne divenne il manico.

Quando si diede a dissodare e a coltivare il suolo, reso previdente dalla lunga esperienza, il tronco d'albero all'estremità del quale era un grosso ramo ricurvo, indurito e acuminato col fuoco, fu l'aratro che gli servì a rompere le zolle compatte e ad aprire il solco. Gli strumenti da lui a mano a mano foggiati, ne perfezionarono il lavoro, e accrebbero la sua potenza. Il pugno per sè non può produrre grande effetto: armato di mazza, con un colpo solo riesce ad atterrare un bue.

La mano e il braccio, dai muscoli saldi e possenti, sollevarono i pesi; il giorno in cui non riuscì a spostare una grossa pietra e a trasportarla, il caso gl'insegnò a

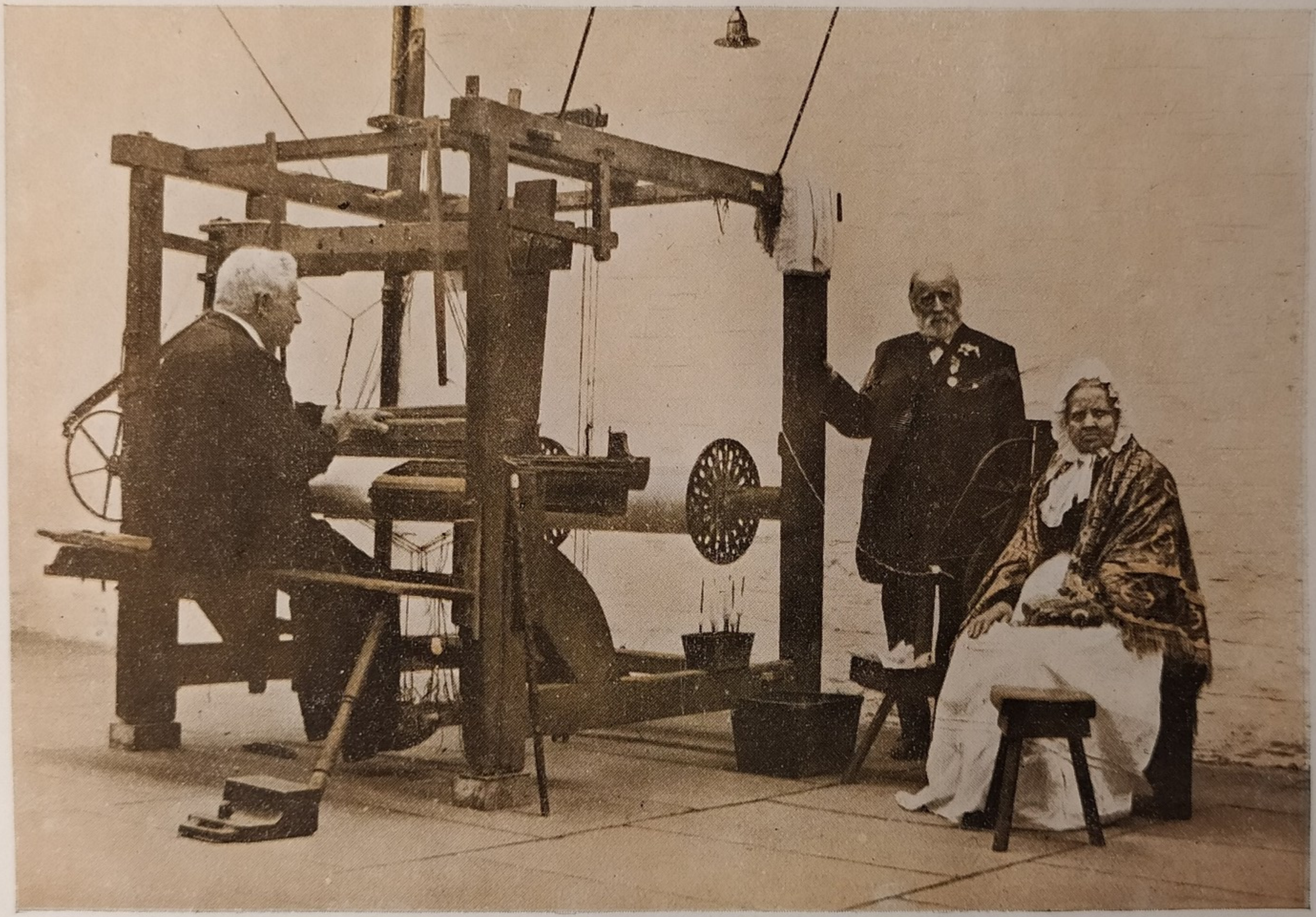
servirsi della leva, che fu la prima e la più semplice macchina. Ma tutto il suo corpo non era forse munito di leve, ciascuna delle quali aveva un punto d'appoggio e una forza, da opporre alla resistenza?

Gli animali sono armati di zanne o di rostri, di unghie terribili o di corna, vestiti di pelo o di squame. Apparentemente, l'uomo era nudo e inerme. Aveva però la punta adamantina dell'ingegno per crearsi armi e strumenti assai più adatti alla difesa e all'offesa, per comporsi una vita allietata dal benessere. A uno a uno, egli strappò alla natura tutti i materiali preziosi accumulati alla superficie e nelle viscere della terra, e imparò a giovarsi delle sue forze, facendole forze proprie.

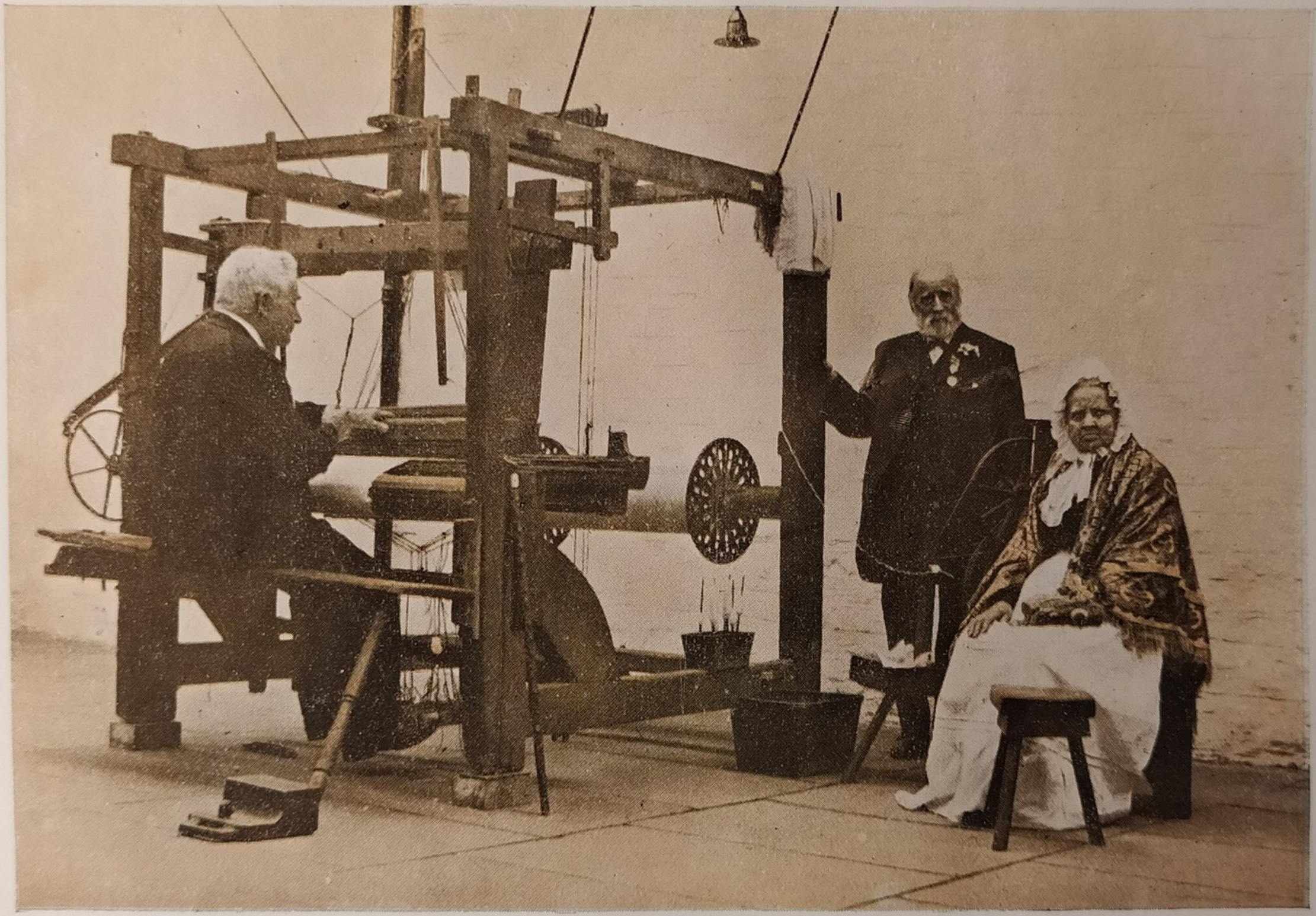
I metalli gli aprirono la via alle più grandi conquiste. La pietra, le ossa, le corna degli animali, non potevano dargli che strumenti e arnesi informi e imperfetti: il legno stesso è insufficiente, se il metallo non lo sostiene e l'afforza. Tutti i mestieri, tutte le arti, ne hanno bisogno.

2. — Sembra impossibile, ma non i metalli utili furono conquistati per primi. Dicendo « utili », non s'intende punto di formar due classi di metalli: utili e inutili. Tutto è utile, quel che la natura produce, e i metalli preziosi non servono soltanto all'ornamento, come taluno potrebbe credere. Lo stesso è delle pietre. Il diamante non brilla soltanto nei gioielli. Una scaglia di diamante serve al vetraio a tagliar le lastre: di diamante, resistente per la sua durezza a ogni attrito, sono fatti i perni degli orologi. È prezioso ma utile. A sua volta, la silice, la pietra calcarea, la marna, la pozzolana, tutte le altre terre, formate da detriti di rocce, mescolate a detriti vegetali e animali, appunto perchè utili sono preziose. Preziosità e utilità sono due aspetti della medesima proprietà e non possono scompagnarsi.

Il metallo che primo attirò l'attenzione dell'uomo, fu l'oro, che lo splendore vivo rivelò alle popolazioni primitive. Lo si trova infatti in pezzi isolati, chiamati pepite, in grani minuti mescolati alle sabbie, in pagliuzze trasportate dalle acque dei fiumi. I popoli primitivi,



Antico telaio.



Antico telaio.

come i selvaggi, come i fanciulli, amano ciò che riluce, anche se non è oro. Cristoforo Colombo, sbarcato a San Salvador, otteneva dagl'indigeni servigi e materie di gran valore, dando in cambio specchietti e gingilli di vetro. Le pepite d'oro dei monti Urali furono trasportate nei paesi dell'Europa settentrionale; sabbie aurifere si trovano al Messico, al Chilì, al Perù, nella California, e voi sapete che il nome di California fu usato antonomasticamente, per indicare un paese ricchissimo. Le acque dei fiumi, nell'Europa centrale, poterono offrirne una certa quantità. Anche in Italia, qualche fiume, specialmente del Piemonte, trasporta sabbie aurifere, benchè l'oro vi si trovi in piccola quantità.

L'oro fu chiamato « il re dei metalli », e perchè se ne fanno monete, gli furono attribuiti tutti i mali che l'odio, l'avidità e l'invidia seminano tra gli uomini. Non già unicamente l'essere assai raro lo rende prezioso, ma le sue proprietà. Di un bel color giallo brillante, è malleabilissimo : come nessun altro metallo, può essere ridotto in foglie tanto sottili da lasciar passare soltanto il raggio verde della luce. L'uomo scoprirà poi la maniera di stenderlo su la superficie degli altri metalli, e quasi d'incorporarvelo, sicchè ne prendano l'aspetto. La pesantezza dei metalli si misura dal confronto di essi con l'acqua. Alcuni, come il potassio, il sodio, ne sono più leggeri, tanto che vi galleggiano. Quando vogliamo indicare una cosa molto pesante, noi diciamo che è di piombo. L'errore nasce dal fatto che siamo usati a vedere il piombo in masse abbastanza considerevoli; ma il primato del peso spetta all'oro. Infatti, lo zinco pesa circa sette volte più dell'acqua; lo stagno e il ferro, più di sette volte; l'argento, più di dieci; il piombo più di undici; il mercurio, tredici volte e mezzo; l'oro ben diciannove volte. Soltanto il platino lo supera. L'aria, l'umidità, gli agenti esterni, insomma, non lo alterano; non irruginisce nè al freddo nè al caldo, e però, oltre a venir usato come ornamento, se ne fabbricano strumenti chirurgici, catenelle, occhiali. Nessun acido lo corrode : da solo, neppur l'acido nitrico, benchè potentissimo : bisogna mescolarlo con una quantità d'acido cloridrico tre

o quattro volte maggiore, e formar l'*acqua regia*. Questa lo discioglie e forma il cloruro d'oro, che colora l'acqua in giallo, e alla luce si decompone lentamente, e però serve al fotografo. La sua duttilità è straordinaria. Un decigrammo d'oro può dare un filo lungo 324 metri. — Scarse, invece, sono la sua durezza e la sua tenacità, sicchè non resisterebbe all'uso continuo. L'esperienza insegnò a unirlo in lega col rame, e i tentativi ripetuti finirono con l'indicare la proporzione giusta. Le monete, i gioielli, gli strumenti d'oro, contengono sempre una quantità di rame: le monete, un decimo; i gioielli, in proporzioni variabili.

3. — Il rame, benchè rossastro, ha la lucentezza dell'oro, e una tenacità superata solo da quella del ferro. L'uomo primitivo ne avvertì subito la presenza, perchè le piriti di rame abbondavano dove egli aveva posta la sua dimora. Nondimeno, se pur conobbe il rame puro e le sue proprietà, non ne profittò subito, ma compose leghe di rame e di stagno, cioè il bronzo.

Quanta parte v'ebbe il caso non è possibile accertare; ma certo esso diede all'uomo la prima lega già formata. Raramente il rame si trova puro allo stato nativo. Di regola, è combinato con altri corpi, fra i quali il zolfo e l'ossigeno, ed è necessario separarnelo per utilizzarlo.

Lo stesso dicasi dello stagno, d'un bel bianco lucente, che è il metallo più fusibile e malleabile. I cioccolatini sono rinvoltati in sottili fogli di stagno. Ora lo stagno puro, come il rame, è raro, e però vuol essere liberato dagli altri metalli ai quali si trova mescolato, che appunto si chiamano stanniferi (portatori di stagno).

L'estrazione dello stagno dai minerali stanniferi è altrettanto delicata e difficile che quella del rame dalle piriti alle quali è unito. Che potesse avvenire intenzionalmente, con un processo razionale, come ai tempi nostri, non è possibile. Ma il caso è non di rado sapiente nella sua opera cieca. Un fuoco intenso acceso nel cavo d'una roccia fuse nelle necessarie proporzioni il rame e lo stagno, e li unì al carbone prodotto dalla legna bru-

ciandosi. Il prodotto di quella combinazione, raffreddato, come fu spento il fuoco, apparve in larghe piastre o in rigagnoli verdastri, di maravigliosa durezza, da vincere la pietra. Su la pietra aveva il vantaggio di non scheggiarsi, e quello di una duttilità che consente di martellarlo e di dargli tutte le forme, fabbricandone asce, pugnali, spade, ornamenti, utensili, purchè dopo averlo fatto arrossare al fuoco, lo si tuffi nell'acqua fredda. Lasciato poi lentamente raffreddare, riprende la sua prima durezza.

Rude lavoro quello dei primi lavoratori del bronzo, nelle loro officine, che da prima foggiarono il metallo ottenuto coi martelli, poi lo colarono dentro forme o stampi di sabbia, indurendo poi gli oggetti ottenuti.

Non però gli antichi strumenti di pietra furono abbandonati interamente, come non fu abbandonato il bronzo all'apparire del ferro. Ma gli strumenti di pietra assunsero carattere sacro, per la loro antichità. Gli Ebrei si servono ancora, per la circoncisione, di un coltello di selce: Omero avverte che i soldati greci e troiani avevano armi di ferro; ma di bronzo erano quelle dei grandi guerrieri, degli eroi.

4. — Ancora il caso venne in soccorso dell'uomo, per fornirgli un metallo assai più prezioso per la sua utilità, che non il bronzo. Egli era già fonditore esperto, e certamente aveva imparato a distinguere i minerali cuprei dai minerali stanniferi. L'esercizio assiduo doveva avergli anche insegnato a fondere separatamente i due metalli, per poi combinarli nelle necessarie proporzioni, ed è presumibile che avesse già fabbricato strumenti e utensili di rame puro.

Le aeroliti, o bolidi, pioventi all'uomo dal cielo, ebbero certo per lui carattere soprannaturale. Ma non sfuggì alla sua osservazione la loro natura metallica. Sono pietre quasi sempre arrotondate, dalla superficie nerastra, spesso vetrose e lucide. Cadendo si spezzano, e presentano così il colore grigio dell'interno. Lungamente, i racconti della caduta di pietre dal cielo fu creduta una favola; ma il fenomeno rinnovatosi poi con molta

frequenza ai tempi nostri, ne dimostrò la realtà. Alcune pietre meteoriche raggiunsero le proporzioni di veri massi. Uno, caduto il 26 maggio 1751, a Hrasina in Croazia, di pieno giorno, in presenza di molte persone, pesava 38 chilogrammi, e percotendo sul suolo, se ne staccò un pezzo di 7 chilogrammi. Un altro, caduto a Iennisseik, in Siberia, non pesava meno di 700 chilogrammi. La « gran pietra nera », conservata alla Mecca nella Kaaba o casa d'Allah, altro non è che un areolito. Se in un tempo già così progredito, potè essere creduto una pietra caduta dal Paradiso fin dall'origine dell'uomo, è facile pensare che cosa furono gli areoliti per le popolazioni primitive. Residui di monoliti distrutti, cono costituiti in gran parte di ferro, e contengono in poca quantità nickel, cobalto e altri metalli: e però, in qualche luogo furono creduti forse un dono del cielo a tribù privilegiate de' suoi beneficî; in altri, se per caso qualcuno ne fu colpito, un castigo. Le tribù della Siberia settentrionale e della Lapponia, con le particelle di ferro che n'estraggono a gran fatica, fabbricano lame di coltelli. Presso a poco lo stesso uso trovò Amerigo Vespucci fra le popolazioni che dimoravano all'imboccatura del Plata, nell'America meridionale, che ne foggiavano frecce. Questo non è senza significato. Il coltello e la freccia, foggiati col ferro del cielo, dovevano, o devono avere nella mente di quegli uomini primitivi, il privilegio di essere infallibili nell'offesa come nella difesa.

Ma le areoliti erano troppo rare, perchè potessero appagare i bisogni dell'uomo. D'altra parte, per la loro origine, furono indubbiamente conservate con religioso terrore.

Come s'è detto, l'uomo era già esperto fonditore, addestrato in quest'arte nel produrre il bronzo, e aveva costruito a ciò dei forni adatti. Come il rame e lo stagno, il ferro non si trova allo stato nativo o puro, ma unito allo zolfo, all'ossigeno, all'acido carbonico, alla silice, all'argilla, e via dicendo. Combinato con lo zolfo, il ferro forma la pirite, d'un color giallo, talvolta giallo verdastro, che abbonda ovunque. Con l'ossigeno dell'aria, quello stesso che alimenta la combustione e la re-

La prima lavorazione del cotone.

La prima lavorazione del cotone.

spirazione, l'emanite rossa o oligisto. Se all'ossido di ferro, è aggiunta l'acqua, ne deriva la limonite o ematite bruna, che è un idrato di ferro (voi intendete subito, che idrato, da hydra, acqua, si chiama la combinazione d'un ossido metallico con l'acqua, che serve di base). Il ferro combinato con l'acido carbonio forma la siderite, che è un carbonato di ferro, e si trova per lo più mista a carbonato di manganese, di calce, di magnesia.

È naturale che uno o più di questi minerali contenenti ferro gli venissero presto alle mani, e ne notasse la differenza dagli altri, cuprei e stanniferi, come è probabile che qualcuno di questi minerali, caduto accidentalmente nel fuoco, si offrisse alla sua osservazione, sotto forma di massa spugnosa rovente, facile a ridurre col martellamento in una verga di ferro.

Se l'estrazione di questo metallo avesse dovuto avvenire per mezzo della fusione, cioè coi sistemi nostri, non sarebbe stata possibile, perchè richiede una temperatura così elevata, da non potersi ottenere in forni comuni, specialmente primitivi. Ma non è assolutamente necessaria a ciò la fusione, e basta sottrarre l'ossigeno al minerale, per l'azione del calore e del carbone. Avvenuta questa riduzione, il martellamento del ferro arroventato è sufficiente.

Presso le popolazioni tartare, e presso i negri del Senegal, anche ora il ferro si lavora così. Ivi, ogni famiglia, come appresta il pane per proprio uso, così fa del ferro. Il piccolo forno destinato all'estrazione del ferro, ha un camino di terra e un'apertura sul davanti, dalla quale vengono introdotti una quantità di minerali non superiore a un chilogrammo e mezzo per volta, e carbone, disposti a strati alternati. Da un piccolo foro laterale penetra nel forno la canna di un soffietto, che vi spinge dentro l'aria necessaria ad alimentare la combustione. Quando la riduzione dell'ossido di ferro, mediante il carbone, è ottenuta, rimane una piccola massa di ferro spugnoso, che viene poi arroventato e martellato.

Il forno medesimo non è indispensabile: altrove, tutto si riduce a un semplice fosso circondato da pietre, dove si dispongono a strati alternati minerali e car-

boni. In capo a qualche ora di combustione, la riduzione è avvenuta.

5. — Non è possibile seguir sistematicamente, l'uno dopo l'altro, i perfezionamenti introdotti nella lavorazione del ferro. Come l'uomo s'avvide che l'operazione era troppo lunga, l'affrettò accrescendo la capacità del forno o del fosso: indi rivestì internamente l'uno e l'altro d'uno strato d'argilla; finalmente, costruì recinti stabili in muratura refrattaria, che furon detti *bassi fuochi,* i quali tra le popolazioni di qualche paese della Scandinavia e dell'America del nord, sono ancora in uso.

L'esperienza mostrò altri inconvenienti di questo modo primitivo di lavorazione. Quasi la metà del ferro si combinava con le materie sterili e con le ceneri del carbone, rimanendo nella scoria interamente perduto. Allora fu pensato alla fusione del metallo, e venne l'alto forno, che appartiene a tempi relativamente moderni, perchè i primi furono costruiti nel 1300, appena sei secoli or sono. Il nome viene dalle sue dimensioni, che andarono via via aumentando. Il *basso fuoco* più perfetto aveva forma di tino, e pochi metri d'altezza. Era in uso fin da tempi remotissimi in Germania e nel Norico, e da esso derivò l'alto forno. Dalla bocca superiore, questo s'allarga via via a cono fino a una certa altezza, donde incomincia un altro cono che si restringe gradatamente in senso inverso. Il punto nel quale i due coni si uniscono alla base è il ventre del forno, del diametro di cinque metri, vale a dire la parte più capace. Il cono inferiore, troncato a un certo punto, mette capo al crogiuolo, che ha forma di cilindro e scende fino al fondo. Tutto l'alto forno è foderato di mattoni refrattari, ed esternamente ha l'aspetto d'una torre massiccia, che si allarga alla base.

Al minerale si associa dell'argilla, se è molto calcare; del carbonato di calce se è molto siliceo. Sotto l'azione dell'una o dell'altra di queste sostanze, chiamate *fondenti,* si libera della ganga o sostanza terrosa che l'accompagna. Esso viene introdotto dall'alto, ridotto in piccoli pezzi, a strati alternati col carbone, e il combu-

stibile viene acceso dal basso. Potenti getti d'aria compressa, entrandovi da bocche o ugelli, vi attivano la combustione, che lo riscalda lentamente. Per effetto dell'alta temperatura, il carbone s'unisce all'ossigeno, e opera la riduzione del minerale. Siccome la combustione avviene dal basso, gradatamente, il ferro ridotto scende nell'interno del forno, trovando un grado sempre maggiore di calore, finchè giunge nel crogiuolo o presura, dove il calore è massimo, per essere raccolto in uno spazio più stretto, e fonde. Il ferro, fuso in quella temperatura elevata, cade sul carbone ardente, ne scioglie una parte, se l'appropria, e finisce per raccogliersi nel fondo, in una massa liquida, che è soluzione di carbonio nel ferro, o *ghisa*. Ogni otto o dieci ore, s'apre un foro nella parete del forno, vicino al fondo per dar la stura al metallo in fusione, che ne cola a guisa d'abbagliante ruscello, da canali di ferro battuto, foderati di terra refrattaria, e va a versarsi in forme scavate nella sabbia. Quivi si raffredda, e però diventa solido, componendo grossi pani, d'ordinario di 50 chilogrammi ciascuno.

La ghisa, pertanto, contiene essenzialmente ferro e carbonio; ma pur dall'otto al dieci per cento di sostanze estranee, silicio e manganese, che erano unite al minerale introdotto nell'alto forno. È dunque ferro impuro. Anche in tale stato se ne formano oggetti d'ogni specie (tubi, pentole, alari, bracieri, ruote, e via dicendo), facendola colare in forme opportune. Riesce bianca, se il minerale contiene del manganese, metallo affine al ferro, e se la temperatura dell'alto forno non fu forzata: riesce grigia, se contiene in proporzione piuttosto abbondante del silicio. La ghisa bianca è molto chiara, durissima e fragilissima, tanto che non può essere lavorata con strumenti d'acciaio: la grigia, invece, s'avvicina al ferro, benchè più dura, tenacissima, e può essere lavorata con la lima, col trapano, col tornio.

La ghisa rappresenta il primo passo nell'estrazione del metallo dal minerale, e però il punto di partenza dell'industria siderurgica. Per ridurla in ferro puro o dolce, vale a dire per affinarla, basta sottrarle il carbo-

nio: al che si provvede riscaldandola fortemente, in una specie di forno a riverbero e soffiandovi sopra una gagliarda corrente d'aria. Ottenuto il ferro, potenti magli lo battono, gli dànno corpo e compattezza, lo liberano dalle scorie. Finalmente, lo si riduce in verghe o in lamiera.

Se nell'affinare il ferro, vi si lasciano due o tre millesimi di carbone, si ha il ferro duro o acciaioso, detto pur acciaio di ghisa, che resiste di più alla pressione, e del quale si fanno sciabole, spade, seghe, coltelli grossolani; ma chi voglia il vero acciaio, fa riscaldare il ferro di buona qualità in verghe, dentro casse d'argilla refrattaria chiuse in mezzo a polvere di carbone, fuliggine, cenere e sale marino, a un grado altissimo di calore. Quest'acciaio, che vien detto di cementazione, è brillante, duttilissimo e malleabilissimo, e serve a farne lime, temperini, oggetti di chincaglieria. Per dargli un grado anche maggiore di durezza, lo si tempera, immergendolo in un liquido freddo, come acqua, olio, mercurio. Alla maggior durezza che acquista in tal guisa, corrisponde però una grande fragilità. Se non che, l'esperienza ha insegnato il come adattar la tempera all'uso cui l'acciaio deve servire. Mettendo l'acciaio temperato nel fuoco, esso perde via via la sua tempera e prende successivamente diverse colorazioni, ciascuna delle quali corrisponde a un certo grado di durezza.

Ma il migliore acciaio si ottiene facendo fondere quello di cementazione ridotto in pezzi, e colandone la sostanza fusa dentro stampi di ghisa. L'acciaio fuso è omogeneo, levigato, d'una elasticità senza pari, e se ne fanno bulini, ceselli, forbici così dure da tagliare il ferro, la ghisa e altri acciai, conî per le monete, laminatoi, molle da orologi, strumenti di chirurgia, coltellerie finissime. Damasco in Oriente e Toledo in Ispagna fabbricano acciaio d'una finezza e d'una elasticità straordinaria.

Ogni perfezionamento, in qualsiasi arte, è una scoperta: è l'adattamento della materia o del congegno a un nuovo bisogno che si manifesta, e però a un nuovo uso. L'acciaio fu usato per un triste bisogno, quello della guerra. Prima dell'ago sottile che cuce ingegnosamen-

te lembi di tela, prima delle molle che scemano il sobbalzare delle carrozze per gli urti che le ruote ricevono dal suolo, se ne fecero spade e pugnali.

Dove non entrano oggi il ferro e l'acciaio? Dal vomere dell'aratro alla vanga, dal piccone che serve pur di leva alla macchina, dalle rotaie della strada ferrata all'armatura della casa, dalla catena del parafulmine alla corazza protettrice delle navi da guerra, il ferro porta ovunque i suoi beneficî, perchè prende tutte le forme. Col ferro, tutto si perfezionò e progredì: la coltivazione del suolo, l'arte di costruire, la navigazione. Non è detto veramente il principe dei metalli?

Il modello dei piccoli strumenti foggiati col ferro fu dato dalla mano dell'uomo. Aprite la vostra mano, e stendetela, con le dita unite, e avrete la forma della pala, della paletta, della mestola, della racchetta. Scostate le dita della mano distesa, e avrete la forchetta, la forca, il compasso. La prima forchetta furono le dita. Piegate le dita a metà, ed ecco l'uncino, il rampino, la tanaglia, la zappa, il rastrello. Chiudete la mano a pugno, e avrete il martello, il maglio, il pestello, tutti gli strumenti che servono a battere e a schiacciare.

6. — L'uomo non s'appagò di quel che la terra gli offriva alla sua superficie. Com'ebbe intuito che nelle sue viscere chiudeva tesori, si diede a frugarvi ostinatamente, e la terra gli aprì il segreto de' suoi giacimenti, gli diede il piombo, molle, flessibile, malleabile, che usiamo per tubi di condutture d'acqua e di gas, co' suoi ossidi, tra i quali il minio, che entra nella composizione del cristallo; e di piombo in lega con l'antimonio, un altro metallo dal quale riceve molta durezza, si fanno i caratteri da stampa. Strano. Gli diede l'argento, bianco, brillante, men duro del rame e del ferro, ma più duro dell'oro, che non si altera, e serve non solo a foggiare oggetti d'ornamento e a coniar monete, ma anche a un'infinità di usi industriali. Gli diede il platino, meno brillante dell'argento, più inalterabile dell'oro, che viene impiegato a far crogiuoli, alambicchi, recipienti per laboratorî chimici, medaglie, misure metriche, strumenti di chirurgia.

Di zinco, meno fusibile del piombo, si fabbricano docce, canali, serbatoi, tettoie. Dalla sua lega col piombo si ottiene l'ottone, di cui si fa così largo uso nelle macchine d'ogni specie. Il mercurio ha larghe applicazioni nella scienza, nell'industria, nella medicina, per le sue maravigliose proprietà. Liquido, scorrevole, brillante, non bagna il vetro, la porcellana, il legno, il ferro; ma tutti gli altri metalli, sì, e però con parecchi di essi forma leghe che vengono chiamate amalgame. Il calomelano, farmaco efficacissimo contro i vermi, altro non è che una combinazione di mercurio e di cloro. La stessa combinazione, in proporzioni diverse, dà il sublimato corrosivo o biclorato di mercurio, veleno potentissimo e insieme energico disinfettante. Perchè i veleni sono pur essi come quella lancia d'Achille alla quale s'è accennato altrove: uccidono e guariscono. Prendete l'arsenico, per esempio, metalloide estratto da minerali che si trovano principalmente in Sassonia e in Boemia. L'acido arsenioso è un veleno violentissimo. Eppure l'arsenico viene somministrato dai medici a piccole dosi, per combattere la debolezza del cervello o le febbri.

Le proprietà di queste sostanze rappresentano altrettante scoperte dell'uomo, e da esse prende incremento la civiltà. Senza i metalli, non vi sarebbe stato progresso possibile, e noi vivremmo ancora nello stato primitivo, selvaggio, presso che animalesco.

Il giacimento di minerali utili è rivelato prima dal caso, poi dall'osservazione pensata, voluta. Così l'uomo impara che alcuni minerali sono associati ad altri: l'oro alla pirite; il piombo allo zolfo, in quel composto che vien chiamato galena; lo zinco alla blenda; che il rame grigio contiene spesso minerali preziosi; che certi minerali si trovano sempre in determinate rocce. Indizi di giacimenti sono dati dal fatto che frammenti di minerali vengono rinvenuti alla superficie del suolo, trasportati dalle acque, messi in luce dalle frane. La miniera di mercurio a Idra nella Carniola (Austria) fu scoperta in grazia di poche gocce di questo metallo, rinvenute in una fontana. L'indizio del giacimento induce a esplorare il suolo con perforazioni e sondaggi pazienti, assidui,

ingegnosi: ad aprirvi pozzi profondi, gallerie che formano dedalei labirinti sotterranei.

Si suol dire che la provvida natura ha nel suo seno accumulato quanto doveva servire ad appagare i bisogni dell'uomo; ma la natura non ha previdenze. È l'uomo che scoperte le energie, ne ha fatto suo pro, sottomettendole all'impero della propria volontà, adattandole col genio inventivo ai proprii bisogni.

Dalle montagne, dai valloni coperti di foreste, ha tolto il legname da costruzione, la legna da ardere, i materiali per le abitazioni. — Il piccone ha disfatte le rocce, per trarne la selce da far macine, graniti, pietre, marmi, porfidi, mica, talco, amianto, calce e cemento da muratura. La sabbia gli ha fornito silice e grès; i letti dei fiumi e le terre forti, argille, pozzolane, ocri.

7. — La miniera è spesso una città sotterranea. Vi sono delle miniere di salgemma, che hanno estensioni incredibili: poichè il sale non si trova soltanto nelle acque del mare, in quelle di certi fiumi, di certi laghi, di certe paludi, ma pur nel seno della terra, in vasti sedimenti o strati, che ne riempiono i crepacci e i vuoti prodotti dai sollevamenti subiti col raffreddarsi e consolidarsi della sua crosta.

La grande cava di salgemma, a Cardona, in Catalogna, ha l'aspetto d'una scalea gigantesca. La miniera di Wieliska, presso Cracovia, in Gallizia, si stende sotto il suolo medesimo della città. Le sue gallerie formano una fittissima rete, distribuita in cinque piani; se fossero in linea retta, avrebbero una lunghezza di settecento chilometri, dove non è possibile a un estraneo avventurarsi solo, senza smarrirsi. Esse mettono capo a quindici pozzi, alcuni dei quali giungono a 260 metri di profondità. Due sono a scalinate, per l'entrata e l'uscita degli operai, e altri servono per estrarne con argani i massi di sale. A chi volesse visitare tutta la miniera non occorrerebbe meno d'un mese, camminando otto ore al giorno. Al primo piano, vi sono più cappelle scavate nel sale, e di sale sono l'altare, il pulpito, le colonne, le statue, gli ornamenti. Il filtrare dell'acqua vi ha formato dei

laghi, che vengono percorsi in barca o su zattere. A ogni piano è un succedersi di androni oscuri, e di sale, con le vòlte sostenute da selve di pilastri. — L'Italia ha miniere di salgemma a Lungro in Calabria e a Volterra.

Nelle profondità del suolo furono rinvenuti immensi depositi di carbone. Migliaia d'anni or sono intere foreste di felci e di licopodi giganteschi sconvolte, sradicate, trascinate dalle acque impetuose piovute dal cielo e radunate in torrenti, rimasero sepolte nella terra deposta sovr'esse. A poco a poco, quel miscuglio fangoso di tronchi e di rami diventò carbone impregnato di bitumi, attraverso una serie di cambiamenti.

Da prima ebbero certamente l'aspetto della torba, che si trova nei paesi paludosi: un carbone di formazione recentissima, non sepolto, nel quale si riconoscono ancora i vegetali che lo compongono. — Quelle masse enormi subirono una specie di fermentazione, e il carbone, mescolandosi all'idrogeno dell'acqua, s'impregnò di gas e di olî minerali. Il peso e la pressione dei terreni sovrapposti diedero agli strati carboniferi una forte densità, e il calore interno compì la trasformazione.

Senza sapere, senza volere, che altro fece l'uomo. fabbricando il carbone vegetale, se non imitare la formazione del carbone minerale? Egli accatasta pezzi di rami e di tronchi di quercia, di faggio, di leccio, ricopre d'una cupola d'erbe fresche e di terra la catasta, lasciandovi un'apertura alla sommità e una alla base: questa per appiccarvi il fuoco, quella per far uscire il fumo. Appena tutta la massa è accesa, le aperture vengono chiuse, intercettando così il passaggio all'aria, e per mancanza dell'ossigeno necessario alla combustione, questa si arresta. Il combustibile, invece di ridursi in cenere, soffocato, rimane allo stato di carbone.

Chi scava trova prima le arenarie, o grès carboniferi; poi argille bituminose, non di rado infiammabili; per ultimo carbon fossile o litantrace, parola che significa appunto carbone di terra, e nelle sue varietà, di antracite, litantrace, lignite. Il primo, nero, compatto, semi-vitreo, pesante, produce abbruciando un altissimo

calore, ma s'accende con difficoltà e si sgretola al fuoco in piccoli frammenti. Il secondo, opaco, nero, lucente, s'accende facilmente e brucia con fiamma, espandendo fumo nero e odore sgradevole, e lasciando, quando la fiamma è spenta, un carbone leggero, duro, spumoso, detto *coke*. Il terzo, di formazione recente, conserva spesso la formazione del legno dal quale proviene, abeti, ontani, faggi, ed è nerastro, d'aspetto resinoso, compatto, schistoso o fibroso. Acceso, s'infiamma, spandendo fumo nero. V'è lignite dura, compatta, brillante, chiamata giavazzo che serve a fare ornamenti da lutto.

8. — La miniera di carbon fossile è il paese nero. Gli operai minatori vi scendono in grandi gabbie di ferro o d'acciaio alte più metri, che pesano da 400 a tre mila chilogrammi. Le solide funi, lunghe fin mezzo chilometro, si svolgono intorno a gigantesche pulegge. Ganci potenti, sui lati, dirigono le guide delle gabbie, vere strade ferrate verticali. Nelle miniere più piccole, una scala angusta o un piano inclinato a più rampe, fanno lo stesso ufficio.

La miniera non fu da principio che un'enorme buca: lentamente, l'uomo vinse le difficoltà che gli si opponevano: fece saltare con la dinamite lo strato solido e compatto di grès, oppose resistenti intravature alle frane; spinse i pozzi murati attraverso l'acqua. E avanti, da una galleria all'altra. — Più scendeva, e più mancava l'aria respirabile: bisognò farvela circolare con potenti apparecchi di ventilazione, e fugare le pericolose emanazioni del gas che si sprigiona dal carbone. Sul piano delle gallerie, adattò rotaie di ferro, per farvi scorrere i carri carichi di minerale. L'opera del piccone sgretolò le masse nere; la dinamite spezzò le più resistenti, e la perforatrice aprì i buchi destinati a ricevere l'esplosivo; una specie di grande sega rotativa, munita di formidabili denti d'acciaio, raschiò le pareti. — Ogni giorno, migliaia di tonnellate di carbone escono dalla miniera e vanno a portare il calore, il movimento, la luce per ogni dove, ad animare le industrie, a rendere più intensa la vita.

La popolazione infaticabile del paese nero trascorre nelle tenebre e nell'isolamento le faticose giornate, esposta a certi pericoli, per prodigare alla civiltà i beneficî del suo lavoro: insidie di gas micidiali, infiammazione di polvere di carbone, incendi, inondazioni prodotte dall'aprirsi d'una vena d'acqua nella miniera. Ma il nemico più terribile, è il *grisou* o gas delle miniere, che si produce spontaneo per la lenta decomposizione delle masse enormi di carbon fossile, e si sparge nell'aria, esplodendo se incontri una fiamma. Dall'esplosione derivano catastrofi tragiche: frane di pareti e di gallerie seppelliscono centinaia d'operai: altri rimangono avvelenati dall'ossido di carbone... Pensate che una volta le catastrofi erano assai frequenti, e il minatore sapeva d'arrischiare la vita, perchè la miniera era riscaldata da lampade comuni a olio, la cui fiamma determinava l'incendio. Fu Davy, chimico inglese, che scoprì il modo di fornire i minatori di lampade speciali, dette di sicurezza. Egli aveva accertato che le reticelle metalliche hanno la proprietà di sottrarre calore ai prodotti della combustione, e di sperderlo a bassa temperatura nell'ambiente. Pensò pertanto di munire le lampade dei minatori della reticella metallica, e creò la lampada di sicurezza che fu poi perfezionata da altri. Ma troppo spesso l'imprudenza di qualche minatore che infrange il regolamento, è causa di disastri spaventevoli. Basta una lampada cui sia stata per poco tolta la reticella, o un fiammifero acceso, perchè il gas esploda.

Naturalmente, però, le catastrofi prodotte dal gas micidiale non sono le più numerose. Con frequenza invece si rinnovano quelle cagionate dalle frane e dagli allagamenti. Uno o più massi di roccia rovinano sugli operai; molti non hanno il tempo di fuggire e ne vengono schiacciati; altri rimangono sepolti vivi nel fondo cieco d'una galleria, e non sempre si riesce a salvarli. A noi giunge notizia delle grandi catastrofi, ma il maggior numero di vittime è dovuto ai casi isolati. Ogni giorno ha la sua nota dolorosa e le sue lagrime.

Sì, il carbone è la vita, è la civiltà; ma quante energie non consuma! quanti sacrifici non richiede! Esso

mette in movimento le macchine delle officine, i treni su le strade ferrate, le navi sui mari: rinnova le industrie, sopprime le distanze, rende il commercio più largo e più sicuro. Imprigionato in una storta, e distillato, dà il gas illuminante, e quel che ne avanza di solido è il *coke*. Ma da' suoi residui si ricavano ancora il sale ammoniaco, il catrame, il creosoto, la paraffina, l'anilina, fin profumi e aromi. Quarantasette sostanze, tra solide, liquide e gassose, vengono estratte dal carbon fossile, alle quali dobbiamo grandiose industrie, che richiedono il concorso di molte intelligenze, di molte braccia, di forti capitali. Di alcune, dovremo parlare. Ci basti ora d'aver dimostrato che nel carbon fossile possediamo sorgente inesauribile di tesori. Il solfato d'ammoniaca fertilizza il suolo: col nitrato d'ammoniaca, dotato della proprietà di produrre forti abbassamenti di temperatura, si fabbrica il ghiaccio. Col catrame, nero, semifluido, fetido, sgradito alla vista e più all'odorato, si proteggono le costruzioni di legno dall'acqua, si calafatano le commessure delle navi. Distillato, dà tinte magnifiche, acido fenico, pece.

I ragazzi rimangono estatici, compresi di stupore vedendo il giocoliere che da una medesima bottiglia versa a volontà una dozzina di liquidi, l'uno diverso dall'altro. Quanta maggior maraviglia non desterà in essi il sapere che il chimico industriale trae dal medesimo recipiente di catrame una infinità di sostanze, dotate ciascuna di virtù proprie!

9. — Ma i doni della terra non sono finiti. L'uomo non ha che a frugarne le viscere per moltiplicarli. I filoni dei terreni primitivi offrono in cristalli che vi si trovano disseminati, quelle che chiamiamo pietre preziose: l'ametista, che è quarzo colorato in violetto, dai riflessi madreperlacei; il calcedonio, colorato in grigio chiaro; l'onice, l'opale, la corniola, l'agata, i diaspri. La turchese, il granato, lo smeraldo, il topazio, il rubino, il diamante, sono pietre preziose, ricercatissime per il loro splendore e per la loro rarità; ma se esse appagano l'occhio, altre sostanze accrescono il potere e il benessere dell'uomo con la loro utilità.

Accanto al carbone, l'uomo trovò la grafite, che è la materia della quale si fanno i lapis. Tanto è estesa la parentela del carbone, che dalla scoperta di esso ne derivarono molte altre. I bitumi contengono grande quantità di carbone mescolato a idrogeno, e servono a un'infinità di usi: a rivestire i cordami e gli attrezzi delle navi; mescolati con sabbia, a lastricare strade e marciapiedi e a fabbricar tubi per condutture; a far vernici che preservano il ferro dalla ruggine. Voi avrete udito parlare delle mummie egiziane. Ebbene, gli egiziani imbalsamavano anticamente i cadaveri servendosi dell'asfalto, un bitume che abbonda presso il Mar Morto o Asfaltide, lago della Palestina, dove si versano le acque del fiume Giordano.

L'ambra gialla, della quale si fanno collane, bocchini per pipe e altri oggetti, ha la medesima origine del carbone: è prodotta dall'alterazione di vegetali resinosi sepolti da tempi remotissimi, per lo più su le spiaggie marine. Quelle del Baltico ne sono ricche, e i Fenici navigando in quel mare, ne facevano larga provvista.

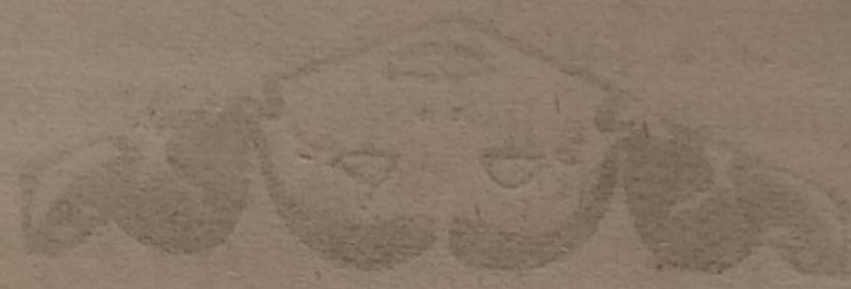
A compiere la serie dei minerali più utili, ecco il petrolio, che vorrebbe dire l'olio di pietra, se mai dalla pietra si potesse spremere olio. Il petrolio è un miscuglio di varî composti di carbonio e d'idrogeno e però parente liquido del gas illuminante: infiammabile allo stesso modo, e lo sa chi produsse gravi disgrazie, rovesciandolo, o versandolo nelle lampade già accese. La fiamma si comunica al liquido, e suscita l'incendio, investendo le persone che vi si trovano vicine.

Molti credono che il petrolio sia scoperta recente, e non è vero. Erodoto, che visse nel quinto secolo avanti Cristo, parla ne' suoi scritti d'una sorgente di petrolio a Zante, nelle isole Jonie. Plinio, racconta che in Agrigento di Sicilia, la Girgenti d'oggi, s'usava olio minerale per illuminare.

In Persia, usano la nafta, che è un petrolio purissimo, non solo per illuminare, ma come rimedio contro le affezioni reumatiche, e per sanare le ferite gravi.

Al pari degli altri minerali, petrolio e nafta furono rivelati all'uomo dal caso e dalle loro proprietà. La Per-

sia aveva buone sorgenti di nafta: sorgenti di petrolio si trovavano in China, su le rive del mar Caspio, a Bakou, e anche in Europa; ve n'erano da noi nell'Emilia; ma la quantità di petrolio che se ne ricavava era troppo scarsa, perchè potesse bastare a generalizzarne l'uso. Quand'ecco, nel 1858, in una remota vallata della Pensilvania, mentre si trivellava il suolo per cercare acqua, scaturirne un getto di petrolio con tale veemenza, da mettere in pericolo fin la vita degli uomini che attendevano a quel lavoro. Dappertutto, allora, in quella e in altre regioni, si prese a trivellare il suolo per cercare altre sorgenti. Nella sola Pensilvania, se ne trovarono oltre due mila, e dieci mila altrove. Questa scoperta fece estendere l'uso del petrolio, per l'illuminazione, dappertutto.



FRA INCUDINE E MARTELLO

1. Martello e incudine. — 2. Storia del mantice. — 3. Un incontro inatteso. — 4. Storia di un chiodo. — 5. Una conclusione sensata.

1. — Ahi! ahi! mi fai male, ti dico. E tu picchia! Che è questo? Ero una sottile verga di ferro e m'hanno messa fra i carboni accesi del fornello. Cose barbare. Fra i carboni accesi, son diventata rovente... E ora tu mi percuoti senza pietà. Che t'ho fatto?

Il Martello disse:

— Nulla, ti lavoro. Vedrai in fondo. Vuoi o non vuoi esser utile a qualcosa?

— Voglio, ma lasciami almeno riposare...

— Che riposo! Dice il proverbio: « Batti il ferro fin che è caldo. » Ora sei molle, pastoso: il riposo ti farebbe raffreddare, e induriresti di nuovo. Bisognerebbe cacciarti nel foco un'altra volta.

— Auff... Non ne posso più.

Qui intervenne madonna Incudine:

— Finiscila, piagnucolone. E io, dunque, che ti sopporto, e sento il tuo calore, e son picchiata anch'io, senza speranza di premio, cioè di diventar qualcosa di meglio? La mia sorte è d'esser picchiata di contraccolpo fin che campo. Un duro mestiere... E m'hanno foggiata, perfezionata per questo. Una volta, nelle fucine primitive, ero un masso rotondo di pietra verde, e giù picchi della malora. Martellavano il ferro a freddo, e puoi capire che gusto... Poi incominciarono a usare il fuoco di legna. Allora mi fecero con un masso di ferro,

a due code, per servire a ogni specie di lavori, e mi collocarono sopra un ceppo, sia per ammorbidire i colpi, sia per rendere il lavoro meno disagevole al fabbro. Chi ebbe quest'idea? Chi dice, nientemeno, Vulcano, che lavorò al fuoco bronzo, rame, ferro, oro, argento, e si deve intendere l'uomo fin dai primi tempi nei quali conobbe questi metalli; altri attribuisce il merito a Ciniro, antico re di Cipro, che m'avrebbe foggiata col martello, le tanaglie, la leva, le bilancie, più di tremil'anni fa. Ma le son fantasie. Vattel' a pesca chi sia il mio babbo! Son sonora, e chi mettesse in fila sette delle mie sorelle, di varia e proporzionata grandezza, comporrebbe uno strumento musicale, capace di squillanti armonie.

Il martello continuava a picchiar sodo, ma a questo punto non si potè tenere, e fece:

— Tu credi ch'io goda, forse? Già, perchè tanto picchio sul morbido, è vero? Tu rimani martellato, pigli la forma che ti do: io mi consumo; tant'è vero che ogni tanto mi rinnovano e mi buttano tra i ferracci, per fondermi o per impastarmi un'altra volta. Fortunato te, che uscirai di questa fucina fumosa, te n'andrai chi sa dove, e finirai per esser contento del tuo destino...

Sospirò la verghetta di ferro:

— Meno male. Quel che dici mi consola. E poi, « aver compagni al duol scema la pena ».

— Figurati. Il mio lontano progenitore fu di pietra, come qui madonna Incudine; ma si scheggiava, poveretto, troppo presto, e allora lo fecero dello stesso ferro che aveva battuto, non così bene adatto come son io, ma insomma, dal bene viene il meglio. Ed ebbi fratelli per tutti i mestieri: martelli da calzolai con la penna aperta e la larga testa, da picchiare il cuoio; martelli e martellini da muratore, magli grossi e tozzi come il pugno....

Parlando, aveva smesso di picchiare, e così era accaduto proprio come aveva detto poco prima: la verghetta di ferro, non più rovente, resisteva ai picchi. Bisognò metterla ancora tra i carboni accesi, e un soffio lungo, potente, avvivò il fuoco, lo rese più intenso.

Gridò la poveraccia:

Tessitura a macchina del cotone.

— Basta! basta! Sudo, mi consumo. Che martirio è questo? Sono in un fuoco d'inferno, che tra poco mi liquefò, e divento un ruscello addirittura.

2. — Qui il soffio diventò voce, anzi diventò una risata secca, di canzonatura:

— O giusto! Ci vuol altro che un focherello come questo. Non te lo ricordi più, si vede, il calore che sentisti nell'alto forno. Già, eri bambina, e ti compatisco. Lascia andare gli omei, e piglia il mondo come viene. Ci guadagni un tanto.

— Già, perchè tu soffi sul fuoco...

— Vedi? Soffio, e non ti rinfresco. Il carbone consuma il meglio dell'aria che vi spingo su, e sparge il resto nella fucina. Ma sai che non mi diverto?

— E perchè non smetti, allora?

— Già, come se comandassi io! O non la vedi la mano del garzone, che tira e allenta e torna a tirare, ora adagio, ora in fretta? Io son costretto a ubbidirgli, da povero Màntice, schiavo della sua volontà.

Infatti, a questo punto, il soffio fu interrotto da una specie di singhiozzo.

— Eccomi qui, nero da mettere spavento, e con la bocca sempre sul fuoco. Fortuna che ci son avvezzo da migliaia d'anni! A' tempi de' tempi, ero fatto con due pelli di capro, congiunte, e recavo nella congiunzione un corno di torello scavato con una delle estremità rivolta verso il fornello. Il magnano s'era persuaso subito che per avere un gran fuoco ci voleva molt'aria. Glie l'aveva insegnato il vento, che suscitava le fiamme nei fuochi accesi dagli uomini all'aperto, per scaldarsi, e spesso le espandeva appiccando all'intorno l'incendio. Ad aria quieta, la brace sonnecchiava sotto una copertura di cenere; ma al primo levarsi del vento, anche leggero, eccola ridestarsi, brillare, ardere, come se dicesse: — « Badate, non son morta. Ero soltanto assopita. » — Ma come portare il vento nella fucina? Egli pensò di fabbricarlo, costringendo l'aria a riempire il mio ventre capace, e me a cacciarla fuori con forza. Premeva una delle due pelli di capro con la mano destra serrata, e

sollevava l'altra con la sinistra, per spinger l'aria tra i carboni. Poi mi fecero con due vasi di terra, a forma di tromba, coperti dal sacco di pelle... Altrove, fui composto con un sacco formato da una pelle di capro, legata per l'estremità a un'imboccatura, e inchiodata dalla parte opposta a un disco di legno, sul quale avevano aperta una valvola, per lasciare entrar l'aria. Serrandomi, l'aria usciva per l'imboccatura e soffiava sul fuoco: allungandomi, si spingeva dal di fuori nell'interno del sacco e tornava a riempirlo. La valvola era già un bel perfezionamento; ma il fabbro doveva mettermi in azione col movimento orizzontale. Così quale sono ora, si dice che m'abbia fabbricato ventisei secoli fa un tal Anacarsi, detto lo Scita dal suo paese d'origine, uno dei sette savi della Grecia. Due piani di legno orizzontali, congiunti da una pelle: sul piano superiore, nel mezzo, la valvola per l'aria; sul davanti la bocca; nella parte posteriore l'attacco della corda o della catena, dalla quale pende una maniglia, che serve a sollevarmi. E va bene, ma altro che il sapiente di Grecia! Quasi mille cinquecent'anni prima dell'èra volgare, io esistevo a Tebe, in Egitto, al tempo di Tolomeo III. Pensa quant'è antica la mia nobiltà.

Infatuato nel racconto, il mantice s'era quasi fermato, ma si rifece subito, e l'aria, in getti potenti, soffiò nel fornello, in guisa che la verghetta di ferro ne fu subito arroventata.

3. — Ora il magnano la sollevò con le tanaglie, e la riportò sull'incudine, dove il martello riprese il suo lavoro, e dài, e picchia, l'affinò, l'allungò, l'arrotondò, l'appuntì da una parte e dall'altra; indi la cacciò per un terzo in una specie di morsa, e con un colpo secco la piegò in due, facendone un rampino, con l'asticciola più lunga da spingere nel muro o nel legno, e la più corta, da appiccarvi roba. Finito che l'ebbe, il magnano, con una mossa rapida, lo lanciò via, perchè cadesse dentro una cesta, dov'erano altri suoi fratelli, fabbricati prima di lui.

Rimbalzò sul pavimento, e andò a finire tra la li-

matura di ferro, su cui, meno male, si riposò come sopra un letto abbastanza soffice, con un lungo respiro di soddisfazione. Subito udì una voce che lo chiamava:

— Buon giorno, caro amico.

Si voltò, e lì per lì non vide nessuno; ma aguzzando bene gli occhi, scòrse poco lontano da sè una piccola asticciola appuntita, con una larga capocchia, non già nerastra come lui, ma chiara, lucente, che pareva fin d'acciaio. Forse per questo, colei s'era creduta sua pari e anche più, e gli aveva rivolta la parola con tanta confidenza.

— O tu chi sei?

— Non lo vedi? Sono un chiodettino, capitato qui a caso, perchè io son nato in un luogo ben più nobile di questo. Però, tutt'una è sempre quella. N'ho sofferte anch'io da veder le stelle, e in fondo son cosa da poco, lo so bene. Se con quel piglio sdegnoso, hai voluto farmi intender questo, potevi risparmiartelo.

— No, no; anzi...

Continuò il chiodettino, senza scomporsi:

— Per lo più, mi vendono a peso, e della mia grossezza, se ne possono aver parecchi per un soldo....

— Guarda!

— Sicuro; ma ci son chiodi di tutte le grossezze, e nessuno può dire che non servono a nulla...

— Per esempio?

— Per esempio, ci piantano nel muro, e sosteniamo quadri, tavolette, e che so io: congiungiamo assi e regoli. Un chiodo è qualche volta un provvidenza.

— Ah, te lo credo.

— Piantati nel legno o nel muro, ci si riposa. Peggior sorte è quella dei chiodi che s'usano per ferrar bestie, e quelli per gli scarponi de' montanari, della gente di campagna, degli alpinisti. Dopo essere stati picchiati e tormentati nel venire al mondo, son costretti a consumarsi in maniera lenta e atroce, sui ciottoli e sui lastricati. Vanno a spasso continuamente, sì, ma non vedono niente. Un bel gusto! È vero che cercan di liberarsi da un martirio simile, scappando, e rotolando su la strada con la testa all'ingiù e la punta all'aria, e si ven-

dicano dell'uomo, infilandosi nei piedi scalzi o nei pneumatici delle biciclette; ma credo che ne farebbero a meno, per vivere più tranquilli, e per aver genitori meno inumani di mamma incudine e di babbo martello, che picchiano e ribattono così sodo!

Il rampino, che usciva allora allora da que' tormenti, fece:

— Altro! Ma dimmi un po': dove tu se' nato?

4. — Qui il chiodettino riprese fiato, e rispose:

— La mia storia è anche, fino a un certo punto, la tua. Un grosso masso di minerale di ferro giaceva da migliaia d'anni sepolto nel ventre d'una montagna... Lo scorrer continuo dell'acqua, a furia di trasportar via terra, lo mise allo scoperto, e allora s'avvidero che in quel punto c'era tutto un filone del prezioso minerale. Subito incominciarono a scavare, e assai tempo dopo, il piccone d'un minatore mi staccò dal fondo d'una galleria. Coricato in una cesta, mi rovesciarono con altri pezzi in un furgoncino, e trasportato all'aperto. Come fui alla bella luce del sole, mi portarono a lavare nell'acqua di un fiume, e ripulito della terra che mi ricopriva, mi fecero asciugare all'aria libera. Una volta asciutto, mi cacciarono in un alto forno, e il calore del fuoco terribile che v'ardeva, mi scaldò, mi rammollì, mi fece diventar liquido. V'ero entrato pietra, ne uscii dal basso scorrevole e rovente, simile a un ruscello di fuoco.

L'interruppe il rampino:

— Chi lo sa che non ci si sia trovati accanto!

— Potrebbe darsi. Forse perchè siamo della medesima pasta, io provo per te una così grande simpatia.

— Grazie.

— E allora, ti ricordi? Novamente induriti, eccoci daccapo nel forno, dove ci fecero arroventare ben bene. Siccome nell'alto forno, ci s'era nutriti di carbone, che ci aveva resi fragili, se si fosse rimasti in quel modo, non avrebber potuto lavorarci a modo loro.

— Sì, ma sarebbe stato bene per noi...

— Ecco, forse sì, forse no. Si poteva entrar nella fattura d'una pentola, d'un tubo, d'un'inferriata di can-

Prima automobile inglese costruita nel 1785.

Prima automobile inglese costruita nel 1785.

tina, d'un chiusino di chiavica; ma non è sorte da invidiare. Le pentole son sempre al fuoco, i tubi non si sa quel che li fanno trasportare... — Insomma, ora che la burrasca è passata, diciamo la verità: meglio così. Ridotti in sbarre lunghe e sottili, ci liberarono d'una parte del carbone, e si diventò ferro puro, dolce, flessibile, malleabile, specie se arroventato. Non è piccola virtù essere malleabili...

— L'ho sentito or ora.

— A questo punto, la mia storia è un po' diversa dalla tua. Tu fosti foggiato adesso, tutto su l'incudine, dai picchi del martello: la sbarra di dove uscî io, arroventata, fu introdotta per un piccolo foro nella trafila, e costretta a passare per un tubo stretto, assottigliandosi e allungandosi come un verme. Nell'uscirne, veniva a mano a mano tagliata in pezzetti da un paio di forbici enormi. Come fui sbalzato di fra le lame, un picchio di martello mi schiacciò da un'estremità, e mi fece la testa; dall'altra m'aveva appuntito il taglio, ed ero un chiodo...

Il rampino pensò un poco, e disse:

— Non valeva la pena di soffrir tanto, per diventare quel che siamo. Ci potevano trattar meglio, non ti pare? Almeno ci avessero trattati un po' meglio. Io sento che in me c'è della pasta da farne un eroe.

— Già, ma bisognava che ci trasformassero in acciaio. Sai quanto avremmo dovuto soffrire ancora?

5. — Il rampino si fece pensoso; indi replicò:

— D'acciaio, almeno, ci saremmo ritrovati aghi, lame di coltello o di pugnale, e ci avrebber tenuti di conto... Quel che costa di più è anche più pregiato...

— Stai, che la nostra vita non finirà qui. Come prevedere quel che ci prepara il destino? Torneranno a fonderci, quando saremo vecchi e deformati, per ringiovanirci, a furia di fuoco, di schiacciamenti, di percosse. Chi ti dice di non essere destinato a comporre la materia d'una chiave, o quella d'una serratura? Il martello e la lima sanno far miracoli nella mano dell'uomo! Ad affrettare il lavoro e renderlo più perfetto, egli ha le mac-

chine: la morsa limatrice; il laminatoio che riduce il ferro in lamine e in verghe; il maglio, messo in azione dal vapore che dà la forma a massi di ferro colossali: magli di dieci, venti, cento e più tonnellate, che vengono sollevati e ricadono per la forza del vapore su incudini enormi, e che un ragazzo basterebbe a mettere in azione.

— Taci, che mi sento acciaccar tutto. Pensare che si stava così bene sepolti nel suolo!

— È vero, ma quale pregio non ci dà l'ingegno dell'uomo! Io ho veduto opere maravigliose uscire dall'officina, e ho provato rammarico vivo d'essere così umile. Opere maravigliose, non solo per la loro grandiosità, ma anche opere ammirevoli per utilità, congegni perfetti. Udii narrare che le abitazioni primitive non avevano porte. Si sbarravano. Poi la porta fu infissa alla meglio su cardini di legno, e di legno ebbe i chiavistelli, quanto ingegnosi! con chiavi, parimenti di legno, munite di denti, di varia lunghezza, collocate in ciascuna a distanze ineguali, sicchè potessero aprire una sola porta. Nondimeno, quanta differenza dalle solide ferramenta d'ora! Se tu volgi l'occhio intorno, vedi serrature e chiavi d'ogni forma. L'uomo protegge con esse la sua casa e i suoi averi...

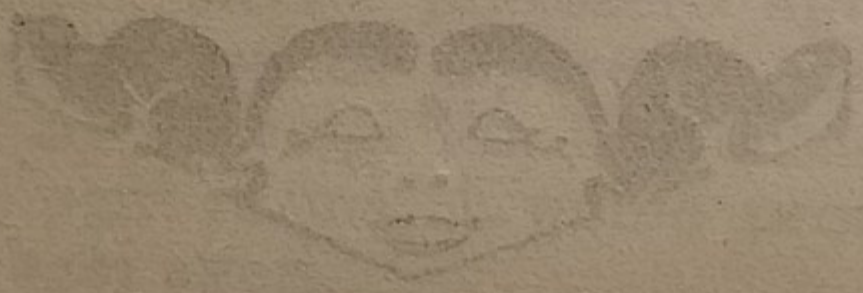
— Tu sei entusiasta. Forse una volta hai fatto parte del congegno d'una serratura.

— Forse; e speriamo ch'io vi ritorni. Ho una vaga idea d'aver appartenuto a una di quelle serrature che chiudono i forzieri, e che non si possono aprire se non si ricompone sugli anelli girevoli di esse la parola nota soltanto a chi li possiede.

— Basta, da povero e negletto rampino, io m'appagherò di tenere appesi dei rami da cucina, delle padelle, delle graticole, ovvero fasci d'agli e di cipolle. Non è ufficio nobile; ma bisogna sapersi adattare a tutto. Incomincio a esser filosofo.

È il meglio. Verrà anche per te il momento di salire ad alti destini, se hai quest'ambizione. Quanto a me, vorrei levarmi da questa limatura. Spero che qualcuno mi raccolga, e mi rimetta in circolazione.

Il rumore dell'officina copriva questa conversazione. Il magnano continuava col martello a picchiar sul ferro rovente, appunto per farne chiodi grossi e corti, da scarpe. Introduceva la punta d'una verghetta arrossata al fuoco in una specie di stampo, e la spezzava martellandovi su con forza per formarne la testa, larga e resistente. Dev'essere ben dura una testa di chiodo!



L'ARTE PRIMITIVA

1. La favola di Dedalo e il cuneo. — 2. Le leve. — 3. Dalla puleggia alla vite. — 4. I primi strumenti. — 5. L'arte precede la scienza.

1. — Son passati più di tremila e dugent'anni, e viveva in Atene quel famoso Dedalo, al quale fu accennato come inventore della ruota del vasaio. Dicono che fosse un celebre meccanico e architetto, discendente di re, e gli vengono attribuite grandi scoperte.

Un giorno, attraversando una foresta, gli venne veduto un boscaiuolo, che avendo atterrato un querciolo, era intento a fenderne con la scure il tronco. Il pover'uomo era in grande imbarazzo, perchè riusciva bensì ad aprirlo, ma ogni volta ne ritraeva la scure, il tronco si rinchiudeva. Dedalo si fermò a osservarlo attentamente. Com'ebbe pensato alquanto, gli tolse di mano la scure, e con essa foggiò due pezzi di legno in guisa che dalla base rettangolare s'assottigliavano verso la parte opposta, terminando in acuto, e delle loro quattro facce, due, le maggiori, eran rettangolari, e due, le minori, triangolari. Come l'ebbe pronte, mentre il boscaiolo, maravigliato, lo stava a guardare, per vedere quel che volesse fare, l'invitò a riaprir con la scure la fenditura, indi ve ne cacciò uno per il taglio, tanto che la scure potè approfondirla e allargarla a suo agio. Allora, prima di toglier la scure, collocò il secondo presso il luogo dov'era questa. L'altro ne cadde; ma la fenditura rimase aperta.

Dedalo inventò così il cuneo o bietta, uno strumen-

to molto semplice, che par fino impossibile occorresse un uomo di genio. Ma è certo che le scoperte più geniali sembrano semplici, quando sono state fatte. A lui son pure dovuti il succhiello, il trapano, il livello, oggi tanto comuni, che vanno per le mani di tutti, e non è chi ne faccia le maraviglie.

Per dir tutto di Dedalo, narrano che inventò le vele e le antenne delle navi per solcare il mare con la forza del vento, chè prima gli uomini dovevano spingere i loro legni coi remi, e però tenersi rasente le coste.

Ma è veramente esistito questo Dedalo, che dovremo ricordare ancora, o non impersonerebbe egli tutti gl'inventori primitivi, rimasti ignoti, come Omero tutti i poeti che cantarono le glorie nazionali della gente greca? Egli sarebbe fino il padre della scoltura, perchè primo avrebbe fatte delle statue di legno. Or gl'inventori primitivi, come fu già detto, si riassumono in un solo, « l'uomo », che scopre e crea, secondo il genio della sua razza, via via che il bisogno e l'esperienza ne illuminano la mente. Un sasso introdotto dall'oscuro boscaiuolo nella fenditura del tronco di querciòlo, non sarebbe la bietta primitiva? E poichè questa ne sfuggiva facilmente, non sarebbe nata da sè l'idea di foggiarla con arte, per ottenerne l'effetto voluto? Ogni piccola modificazione del legno, della pietra, del metallo, in vista d'un determinato scopo, è una scoperta, un progresso, che l'uomo, il vero Dedalo, inventore e fabbricatore, compie con la propria ingegnosità, e con la tenacia degli sforzi. — Dedalo è l'uomo della Grecia, uno dei maggiori focolari dove si temprò il genio umano : ma il cuneo lo precede d'assai. Nelle caverne abitate dagli uomini primitivi, furono trovati infatti dei cunei foggiati con corna d'elce.

Molte razze, le più antiche, attribuiscono certe scoperte a un loro personaggio antichissimo, e questo vuol dire che tali scoperte furono fatte da più popoli, senza che l'uno sapesse dell'altro. Gli egiziani, per esempio, attribuirono la scoperta della vela a Iside, loro divinità. Navigando un giorno la dea, narra la leggenda, sopra una zattera, n'ebbe le vesti bagnate. Per asciu-

garle, che fece? Le appese ad alcune aste piantate sul galleggiante (quelle vesti eran pelli), e avvenne che il vento, soffiandovi su, le gonfiava, facendo scorrer più rapidamente il naviglio. — Il mito è sapiente, e chiude una verità profonda. L'Iside egiziana è la natura stessa personificata, e però si deve intendere che dalla natura, cioè dal suo istinto, dalla sua intelligenza osservatrice, l'uomo trasse l'idea delle prime scoperte.

2. — L'invenzione della leva, che è, come fu avvertito altrove, la più semplice delle macchine, viene attribuita a Ciniro, l'antico re di Cipro, già nominato. « Datemi, disse Archimede, o almeno gli si attribuisce questa verità, un punto d'appoggio fuori della Terra, e io con una leva la solleverò ». — Si è calcolato che il sollevare un masso di pietra, il quale pesi cinquecento chilogrammi, con una leva, non richiederà uno sforzo superiore a quello che occorrerebbe se ne pesasse cinquanta, dato che il braccio minore sia dieci volte più corto del maggiore. Se fosse venti volte più corto, lo sforzo equivarrebbe a venticinque soltanto. Ma prima di Ciniro, l'uomo si serviva della leva, come i selvaggi d'ora. Il fabbro primitivo si serviva di un palo di ferro per staccare o sollevare grandi massi di minerale. Che altro è il piccone, se non una leva di primo genere, col fulcro o punto d'appoggio fra la resistenza e la potenza?

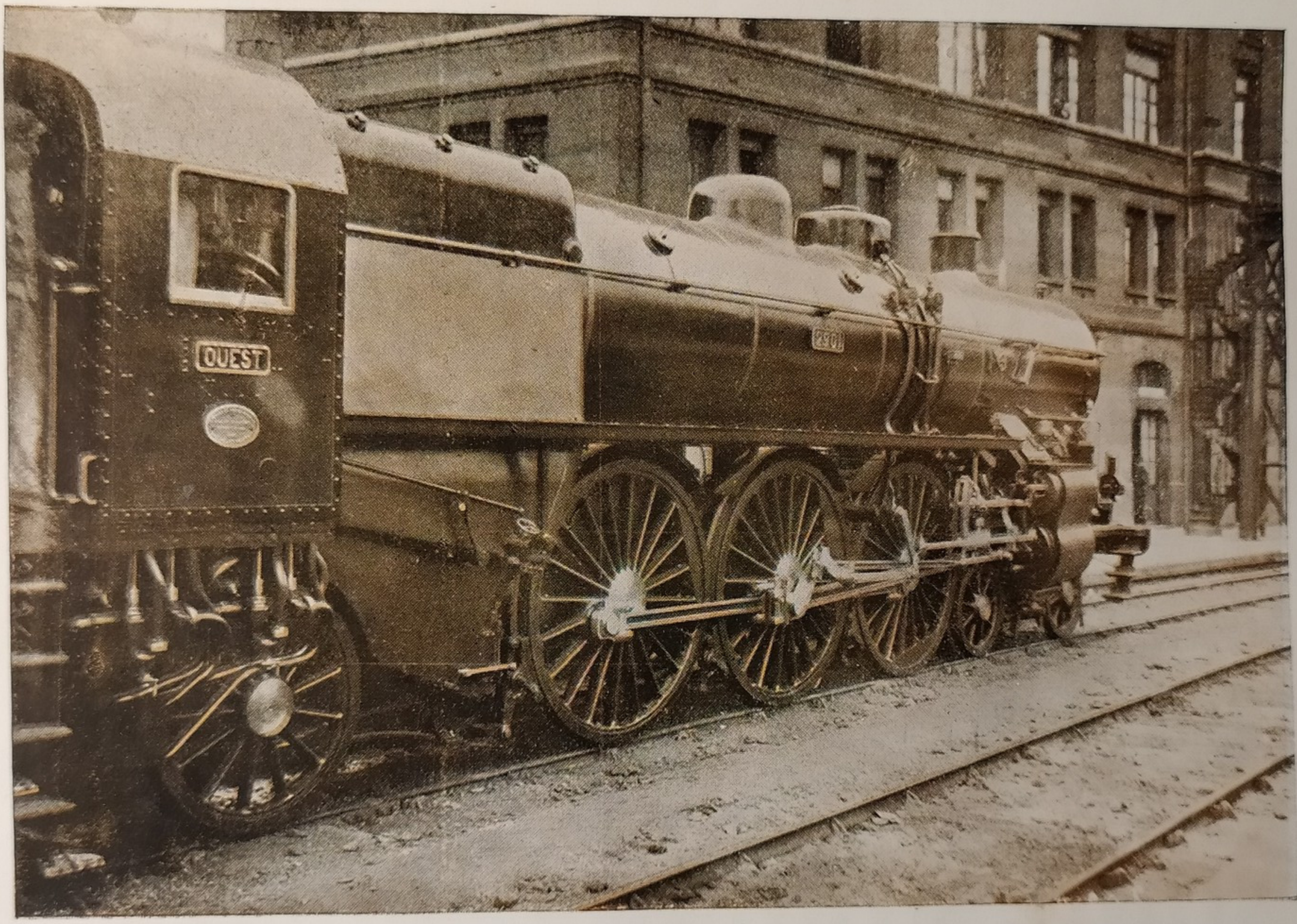
Lo stesso dicasi della bilancia, leva di primo genere anch'essa, già usata dagl'indigeni d'America, prima della scoperta. I peruviani facevano il giogo con aste d'osso, all'estremità delle quali appendevano piccole reti. Il giogo era sostenuto da una corda, e pietre di determinata grossezza erano i pesi.

Narra la leggenda che il fenicio Memrumo insegnò ai Sidoni, trenta mila anni prima dell'era volgare a costruir zattere e canotti. Ecco dunque il remo, che esiste da tempo immemorabile, ed è la leva di secondo genere, con la resistenza, rappresentata dalla zattera o dal canotto, fra il fulcro o punto d'appoggio, che è l'acqua, e la potenza, che è il braccio dell'uomo.

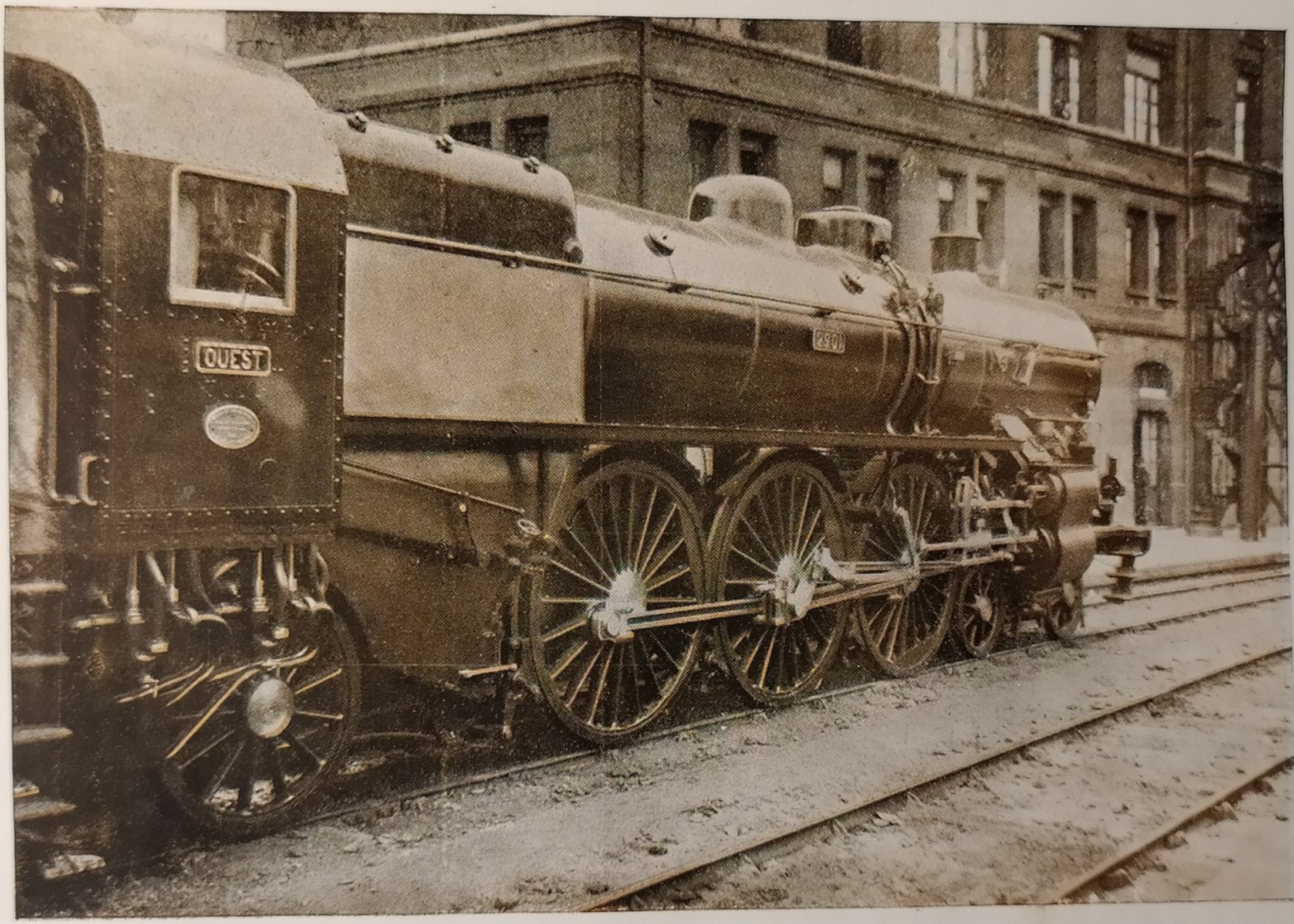
Il tipo della leva di terzo genere, con la potenza

tra il fulcro e la resistenza, si ha nelle molle da attizzare il fuoco. Per quanto scarsa la sensibilità fisica del selvaggio, è presumibile che dove non poteva servirsi di tizzoni accesi per trasportare il fuoco, piegasse un giovine ramo fresco, imitando le molle per non bruciarsi, quando si trattava di trasportare carboni ardenti. Anche oggi il fabbro bongo, gli Speke, i Wanyanmesi, usano come pinze un legno verde spaccato dalla metà in giù, per prendere il ferro infuocato o il carbone acceso fra le branche, tenute saldamente insieme da un anello di ferro. Meno antico è l'uso della ruota, che fu preceduta dal cilindro. Il tronco d'albero che vien fatto rotolare fino al luogo al quale è destinato, ne suggerì indubbiamente l'idea, e prima del veicolo a ruote per il trasporto delle persone, nacque la carriola. Secondo la tradizione, fu Erittonio, re d'Atene, infermiccio nei piedi, che fece costruire il primo cocchio a ruote, nell'anno 1513 avanti Cristo; ma è facile pensare che quel veicolo non è che il perfezionamento d' altro mezzo di trasporto più semplice. Forse, con la ruota primitiva, tutta d'un pezzo, piena, massiccia, venne costruita la carriola, pur essa leva di secondo genere. In China la sua esistenza risalirebbe a venti secoli avanti l'èra presente.

L'uomo, del resto, ha ne' suoi arti altrettante leve di terzo genere, con la potenza rappresentata dal muscolo, fra l'articolazione dove si trova il punto d'appoggio, e la resistenza all'altra estremità. Per il trasporto dei carichi, egli si servì a lungo delle proprie spalle, e del dorso delle bestie da soma che era riuscito a rendere domestiche, prima d'inventar veicoli di qualsiasi specie. Basterà notare che questo mezzo non poteva servire per lunghi trasporti, perchè la leva di terzo genere non giova gran che alla potenza. Consoliamoci di questa piccola jattura, col principio meccanico scoperto da Lagrange: « Tutto quello che si perde in forza si guadagna in velocità ». — L'uomo non ha soltanto l'agilità del muscolo: ha quella della mente che penetra, e scopre, e crea. A moltiplicare la propria potenza, egli congegnò le macchine, che sono una sapiente combinazione di leve.



Loçomotiva moderna potentissima.



Loçomotíva moderna potentíssima.

3. — Un'altra macchina semplice è la puleggia, che consiste in una ruota di legno o di metallo, col cerchio incavato, dentro al quale si fa passare una corda. Da un'estremità un uncino regge il peso; dall'altra si applica la forza che deve sollevarlo. Non avete che a rappresentarvi la carrucola del pozzo. Si riduce a una leva di primo genere a braccia eguali, e però non favorisce per niente la potenza, ma rende più facile l'esercizio della forza. Altro è tirar su la secchia piena d'acqua con la fune sola: altro è farla scorrer nella gola della carrucola.

Ma se manca la ruota, e vogliamo nondimeno render più facile e men faticoso il sollevamento del peso, noi gettiamo la corda sul ramo d'un albero, sopra una sbarra o una trave, e tiriamo la corda per sollevare il peso. È questa la puleggia primitiva, e anche oggi tutti i selvaggi se ne servono. La ruota rappresenta un perfezionamento, ed è un altro perfezionamento la combinazione di più pulegge, alcune fisse come la carrucola, altre mobili.

Di più, noi abbiamo applicato alle pulegge i verricelli, dove la corda si ravvolge intorno a un subbio orizzontale, e gli argani, col subbio verticale, per rendere più efficace lo sforzo e per ottenerne maggior effetto; in altri termini, per economizzare il tempo e le forze.

Il piano inclinato non era sconosciuto all'uomo primitivo. Le strade di montagna sono piani inclinati, ed è facile sperimentare in pratica quanto sia più facile trasportare un peso, spingendolo sopra un piano inclinato, che farvelo salire seguendo la linea verticale. Per questa ragione, le strade montane salgono dolcemente intorno al pendio, invece di spingersi diritte e ripide fino alla sommità. Alla stessa guisa un peso discende con maggior lentezza per il piano inclinato, che se fosse libero nell'aria. Uno sforzo mediocre basta a impedire che una botte rotoli con troppa violenza, o ad agevolarne la salita. Per caricarla, il carrettiere non fa che inclinare il piano del suo carro, e spingervela dolcemente, o tirarla con una corda che dispone a mo' di puleggia primitiva su la parte più alta.

La vite, in sostanza, non è che una specie di piano inclinato, che s'avvolge in forma di spirale intorno a un cilindro, chiamato *maschio*. L'intervallo fra una spira e l'altra prende il nome di *passo* della vite, e la spirale in rilievo quello di *pane*. Il maschio gira in un condotto scanalato internamente, che è la *madre-vite*.

Chi non sa a quanti usi viene applicata la vite? La troviamo negli strettoi coi quali si spremono i liquidi, il mosto dall'uva, l'olio dall'oliva o da altri semi: nei torchi da legatori di libri, nelle morse da fabbro e da falegname, nelle macchine con cui si coniano le monete. Che se invece di girare in un condotto, s'incastra nei denti d'una ruota, come nel congegno che tien tese le corde d'un contrabbasso, vien detta vite perpetua.

Or bene, i selvaggi hanno congegni assolutamente primitivi, che rappresentano la forma iniziale della vite. Gli eschimesi, per esempio, quando prendono una foca ferita, per impedire che il sangue le sfugga, ne chiudono la ferita con un tappo di legno, intorno al quale è intagliato una specie di filo, che ricorda il pane e il passo della vite. Essi stringono con una specie di vite i loro archi, e se ne servono per caricar le trappole da lupi.

4. — Una corrente d'acqua è più o meno rapida, quanto è maggiore il punto dal quale scende, e l'inclinazione dell'alveo su cui scorre. Questo è dell'osservazione comune. La corrente impetuosa travolge tutto ciò che incontra. Per effetto della sua velocità, spiega dovunque una forza. Vedemmo che il mulino primitivo era mosso a mano dall'uomo. Alla forza dell'uomo fu sostituita quella degli animali, poi quella del vento, e finalmente l'acqua in moto.

Così la ruota a pale del mulino a vento, fu adattata a ricevere l'urto dell'acqua che precipita da una chiusa, e diventò ruota idraulica. In forza dell'urto ricevuto, le pale vengono sospinte l'una dopo l'altra, e la ruota gira sul suo perno. Se la caduta d'acqua precipita da grande altezza, le pale della ruota sono curve invece che piane.

Il chiodo che penetra nel legno è una vera e pro-

pria leva di primo genere. Ebbene, l'inchiodare è usato dai selvaggi, e lo fu dai popoli primitivi, che si servirono in questa bisogna, prima di chiodi metallici, poi di schegge d'osso, di legno, di corno di cervo.

Affine al chiodo è lo scalpello che scheggia e incide la pietra. Furono i primi scalpelli le pietre acuminate e taglienti, e per i piccoli lavori le conchiglie e i denti incisivi dei castori. Fin le forbici ebbe l'uomo primitivo, e la forma di esse è conservata dai selvaggi. Non hanno due margini taglienti, rivolti l'uno verso l'altro, che fanno leva in un perno quasi centrale : ma un solo taglio. L'altro pezzo è tenuto ad angolo retto. Servono a tagliare pelli d'animali e capelli. Si riducono, insomma, a una specie di coltello inserito in un manico di legno, d'osso o di corno; e dal coltello derivano tutti gli altri strumenti da punta e da taglio; perchè il coltello non era soltanto nè principalmente un'arma, come non lo è fra la gente moderna e civile, bensì uno strumento atto a lavorar l'osso, il corno, il legno : a tagliar carne, frutta, pane.

Le innovazioni successive si esercitano su la forma, sono adattamenti ingegnosi. A poco a poco, ne deriveranno la pialla, le asce, gli scalpelli, le vanghe, le zappe, le seghe. Il selvaggio della Polinesia fabbricava ancora, non è molto, prima che fosse venuto in contatto con gente civile, la sua sega, inserendo nella scanalatura d'un manico di legno dei denti di pesce cane. La lima primitiva non era che un raschiatoio, ovvero arenaria, pomice, pelle di pesce, foglie scabre d'erba. Come l' ingegnosità suggerì la vera lima, nata questa, l' arte manuale ne fu trasformata. Il trapano, che serviva, come vedemmo, a far fuoco, fu usato anche per aprir fori, e forse derivò dal succhiello. L'aver osservato che il succhiello, penetrando nel legno, produce calore con l'attrito, condusse a servirsi del medesimo strumento per questo fine.

Molle, pinze, morse, con le quali vien tenuta ferma la materia da lavorare o quella infocata, abbondano nelle collezioni di strumenti primitivi, radunate dagli scienziati con diligenti e assidue ricerche. Non vi manca il fuso per torcere e filare, che è in sostanza una ruo-

ta libera e un'asta. Nel centro d'un piccolo disco di legno sottile, vien praticato un foro, nel quale s'introduce un bastone. Il torcitore appoggia la punta inferiore del bastone sul suolo, e girando il manico, imprime al disco un movimento rotatorio. Il prodotto ritorto s'avvolge al bastone. È il principio del volante, già applicato prima d'avere fondamento scientifico.

5. — L'arte ha due periodi: l'uno che precede, l'altro che segue la scienza. Nel primo, l'uomo trae profitto degl'insegnamenti che riceve dall'esperienza, e non cerca più in là. Nel secondo, si è domandato il perchè delle cose, ne ha ricercate le qualità, le proprietà, che è quanto dire gli effetti, e ne deriva tutte le applicazioni atte a soddisfare i suoi bisogni; ma non abbandona i vecchi strumenti, gli utensili primitivi: li corregge e li perfeziona. Ma quante scoperte ancora, suggerite direttamente dai fenomeni, senza conoscerne la natura e la causa! — I selvaggi delle regioni artiche usano la vela (e certo non vi giunse l'invenzione di Dedalo) per spingere la slitta sul ghiaccio liscio; ma ignorano la natura del vento e i molteplici beneficî che se ne possono ritrarre.

L'uomo è osservatore e riflessivo per istinto. Non di rado, sente, intuisce ciò che non vede e non sperimenta. L'associazione delle forze e la divisione del lavoro, che si direbbero moderni, erano già praticate dall'uomo primitivo, come lo sono ora dal selvaggio. Un tronco d'albero, una rete carica di pesci, una grossa pietra, vengono trascinati da molti insieme. Nelle ornamentazioni dei vasi egiziani sono rappresentati lavoratori di pietre che trascinano slitte cariche. Ma osservando bene, troviamo che la divisione del lavoro è già nell'associazione delle forze. Tutti quegli uomini sono opportunamente distribuiti, e pur facendo convergere il loro lavoro al medesimo fine, lo applicano in modo diverso, e lo regolano secondo la natura della resistenza e degli ostacoli che incontrano.

I Khasi Hill dell'India inalzano ancora monumenti megalitici, formati cioè di grosse pietre, e tutti gli abitanti del villaggio sono obbligati a prestar l'opera loro.

Locomotiva a motore Diesel. - Motore di 1000 HP.

Locomotiva a motore Diesel. - Motore di 1000 HP.

Nella cooperazione però si esplica il fatto naturale, istintivo, della divisione del lavoro. Alcuni trasportano le pietre, che pesano fin venti tonnellate, sul luogo dove il monumento deve sorgere, e chi adatta sotto di esse i tronchi di piccoli alberi sui quali scorrano, chi li sospinge dalla parte posteriore, chi dai lati, chi trasporta i rulli sul suolo davanti al masso, via via che rimangono liberi. Altri attendono a squadrarle; altri le elevano per mezzo di cunei. Il lavoro è distribuito, secondo le forze e le attitudini di coloro che vi prendono parte.

L'attività umana si svolge sempre in cooperazione. Fin le generazioni che si succedono cooperano le une con le altre, e si tramandano in eredità il prodotto del loro genio, le loro scoperte incominciate, perchè vengano compiute. In una medesima generazione, vi sono gli uomini che cercano, studiano, pensano, rivelano le leggi della vita, scavano le fondamenta dalle quali deve sorgere il maraviglioso edificio che si rinnova continuamente, pur rimanendo lo stesso nella sostanza organica, e il lievito della scienza anima le arti, le industrie, i commerci: purifica ed eleva i sentimenti umani, nobilita gli sforzi comuni, crea vincoli sociali più saldi, che rendono possibili cooperazioni nuove.

I grandi inventori moderni compendiano in sè, dice un sapiente, la storia della civiltà: sono i discendenti d'una lunga serie d'antenati, che diventano sempre più umili e oscuri, quanto più si risale verso le origini dell'attività umana. — Si può aggiungere: sono gli accumulatori del genio umano, di cui diremo col poeta, « che più di sè dona, più forte diventa ».

CON UN VECCHIO TELAIO

1. I primi tessitori. — 2. L'arte del canestraio e dello stuoiaio. — 3. Il fuso. — 4. Il primo telaio.

1. — Lo trovai confinato in una stanza a pian terreno, lontano, perchè non offendesse gli orecchi della gente di casa col rumor dei licci. La tessitrice rallegrava il suo lavoro cantando. E io pensai: — « Ecco un vecchio arnese che potrebbe ormai riposare. I telai meccanici, dai grandi opificî, rovesciano per il mondo una valanga di tessuti, di lana, di canapa, di lino, di cotone, e fin d'ortica. Ma l'uomo conserva le vecchie invenzioni... »

Qui ebbi l'illusione che il rumor dei licci si facesse parole e le parole dissero:

— Pover'uomo, tu non sai la delizia squisita della biancheria fatta in casa. La mano della tessitrice vi mette un senso di morbida carezza, e ve la ritrovi nella delicata fragranza, ogni volta ritorna dal telaio.

« Bene, feci fra me, ecco del misoneismo. S'ha dunque da tornare all'antico? »

Quasi il telaio (era ben desso che parlava), avesse il potere di penetrare il mio pensiero, ecco la sua risposta:

— Per tornare all'antico, dovresti rinunciare a ben altro che alla biancheria di casa! Dovresti deporre anche il vestito, perchè l'uomo più antico di tutti non ne indossava proprio affatto. E sembra che durasse un pezzo in quel costume, fin che il freddo non lo costrinse a indossar delle pelli d'animale...

— Già, e dicono che Pane l'egizio, 3730 anni avanti Cristo, gl'insegnasse a conciarle e ammorbidirle, come un altro egizio, Memrumo, la bellezza di ventidue mil'anni prima, gli aveva insegnato a vestirsene. Vuol dire che per tutto quel tempo, le portò senza conciarle.

— Senza conciarle, di certo le portò, ma non così a lungo. Il mangiare insegna a bere. Io ne so qualcosa. Mio padre, che era un bell'albero di quercia, aveva appreso dal suo la nostra storia. Sai? L'uomo primitivo abitava gli antri, e intorno sorgevano alberi. Essi videro e seppero. Seppero e narrarono ai quercioli che crescevano al loro piede, e così di generazione in generazione il racconto pervenne ai lontani discendenti. Bastava agli uomini da prima l'ornamento: non si curavan del vestito. Dipingevano il corpo con ocra rossa e carbone mescolati al grasso: poi lo copriron di figure col tatuaggio.

Io pensai agl'indiani delle basse selve, nell'America meridionale, che non portano alcun vestito. I missionari andati a incivilirli, distribuiron loro delle camicie, ma si vergognavano di portarle, e però non le indossò nessuno: si contentarono di tenerle ripiegate sul braccio.

Replicò la voce, e diremo d'ora innanzi addirittura il telaio:

— Quando il clima diventò rigido, l'uomo si vestì di pelli, e durò un pezzo. I tessuti vennero dopo, v'è chi dice al tempo nel quale s'incominciò a fabbricare utensili, strumenti, armi di bronzo; ma non ce n'era bisogno. Anche prima; e il mio antico progenitore fu costruito tutto di legno, rozzo, assai diverso da me. In ogni modo, per tessere... tesseva, e questo è l'importante. Chi l'inventò? Che t'importa?... L'uomo. Chi gl'insegnò?... Il ragno.

— Oh! — feci io.

— Il ragno, ti dico. Non hai tu osservato come distende i suoi fili su gli alberi, tra le siepi, da un ramoscello all'altro? prima l'ordito, a raggiera, poi la trama, circolare, più o men fitta? Ragni, bruchi, uccelli, furono i primi tessitori.

2. — L'osservazione era acuta, poichè veniva da un testimonio oculare, anche di gran valore.

Continuò il telaio, mentre le spole e i licci lavoravano a tutt'andare:

— E sai quale fu il suo primo tessuto? Il canestro. Osservalo bene, fatto di giunchi, di vimini, di rami sottili di frassino, di betulla, di quercia, intrecciati con la loro brava ordìtura rigida, e la trama flessibile. Col tempo, vennero i canestri, formati di lunghi cordoni di paglia attorcigliata. Il canestro vien cominciato dal centro del fondo, e la canestraia (anche per i canestri, le tessitrici furon fin da principio le donne) ravvolge il cordone a spirale, e ne cuce ogni giro a quello precedente, con giunchi o strisce sottilissime di corteccia d'albero. Il cucire è arte antica, più del tessere... Non cuciva forse l'uomo le pelli degli animali, usando spine di pesce e aghi d'osso e tendini per filo? Un uccello, la cucitrice, prima di lui, ebbe questa virtù.

— L'uccello, il ragno, furono dunque i nostri maestri nell'arte del cucire e del tessere?

— Vedi tu se ti riesce di negarlo. — Dopo il canestro, tessuto e cucito, venne la stuoia. E qui il mio lontanissimo progenitore fece la sua apparizione, ma nessuno mi riconoscerebbe di certo nei piuoli che si piantavano nel suolo per distendere l'ordito. La stuoia, di giunchi, di canne palustri, d'erba sala, serviva per dormire. Dal canestro e dalla stuoia, al tessuto per vestire, non vi fu che un passo.

— Intanto, anche la stuoia poteva coprire in qualche occasione.

— Appunto. Ma si trovò materia più adatta, e questa fu la corteccia dell'ibisco o d'altra pianta consimile.

— Io sapevo che la corteccia delle piante aveva fornito il tessuto già pronto.

— S'era, infatti, incominciato così. La corteccia di certe piante veniva spogliata della parte esterna, raschiandola con una conchiglia. Rimaneva quello che vien chiamato il libro, e lo si metteva a macerar nell'acqua; dopo averlo leggermente battuto, lo si trasportava sopra un ceppo di legno duro, abbastanza lungo, appianato al-

la superficie, e si tornava a batterlo, a distenderlo, a staccarne la materia polposa. Ridotto sottile e morbido, lo si metteva ad asciugare; indi i pezzi venivano riuniti, e se ne formavano larghe pezze, con le quali si foggiavano grembiali, mantelli e simili. — A poco a poco, si passò ai tessuti. Il libro della corteccia d'ibisco, una volta lavorato, venne tagliato a nastri sottili, e tessuto col medesimo sistema usato per le stuoie, a mano, o con l'aiuto di piccoli pesi, incominciando il lavoro da un angolo. Que' piccoli pesi eran dischetti di terra cotta, forati nel mezzo, che servivano a tener distesi col proprio peso i nastri fatti di sala, di giunchi, di canne palustri, sospesi verticalmente a una pertica, mentre la tessitrice veniva lavorando.

— Sì, va bene, le *fusaiole*: so questo. Nei depositi accumulati in fondo ai laghi, dove sorgevano le palafitte, ne furon trovate in abbondanza.

— Appunto, le fusaiole e la pertica alla quale si sospendeva l'ordito, i piuoli piantati sul suolo, formarono il primo telaio. L'arte tessile non era però ancor cominciata, ma stava per spuntare. L'arte del canestraio la preparò: il ragno, i bruchi, ne avevano indicati gli elementi; le piante, coi tessuti da esse fabbricati, ne avevano offerti i modelli...

— Che mancava allora?

3. — Qui ebbi l'illusione d'una breve e secca risata sardonica, alla quale seguì la risposta.

— Mancava il meglio. L'arte tessile incomincia soltanto allorchè l'uomo ha appreso a separare dal fusto di certe piante le fibre, ovvero a spogliare del pelo o della lana gli animali, a riunirli con la filatura, in guisa da comporne fili di varia grossezza, da addoppiare e torcere per renderli resistenti. E però con me nacque il fuso, che procacciò tanto onore alle donne antiche.

— La maggior lode, infatti, che se ne faceva, era quella di governar la casa e di filar la lana. Il filare veniva dunque considerato come una nobile occupazione, perchè altra idea s'aveva della donna e della vita. Oggi, la macchina ha sostituito il muscolo dell'uomo, al quale

si domandano intelligenza e volontà... Milioni di fusi girano ora, filando e torcendo, in tutte le fabbriche del mondo... — Ma prima del fuso? Al tuo nascere, se n'era già fatta della strada!

— Prima del fuso, una piccola pietra, forse per raccogliere via via il filato della massa di fibra o di lana che veniva raccolta intorno a un tronco o a un ramo d'albero. Il ramo d'albero staccato fu il babbo della conocchia, e il laccio che ravvolse il pennecchio precedette il cartoccio di cuoio, di pergamena, o d'altro, che vi fu adattato poi per tenerlo fermo.

— Il calzolaio torce il suo spago impeciato fra le palme delle mani o fra la palma della mano e la coscia coperta del grembiale di pelle.... Non sarebbe questa la torcitura primitiva?

— Forse. Nel qual caso, io avrei preceduto il fuso. Comunque fossero stati preparati il filato e il filo ritorto, per me era lo stesso. Ma non è probabile. Il calzolaio prepara in quel modo semplice una piccola quantità di spago. Occorre ben altro per tessere! Il fuso è antico, e invece d'invecchiare, è venuto ringiovanendo, perchè ha prese via via, al pari di me, forme sempre più perfette. La macchina accelera il nostro lavoro, ma non può fare a meno di noi. Il fuso nacque, allorchè la filatrice ebbe l'idea di ravvolgere il suo filo intorno a una bacchetta, dopo averne fissato il capo alla metà di essa. La filatrice tirava a sè dalla massa la quantità di fibre o di lana che le occorreva, la riuniva, bagnandola con la saliva e facendola passare fra i polpastrelli dell'indice e del pollice, e avvolgeva il filo intorno alla bacchetta, appena diventava troppo lungo. La bacchetta fu poi lisciata, e le si aggiunse da un'estremità la rotellina forata, perchè girasse meglio; su l'altra, fu aperta una tacca, per potervi fermare un filo col cappio. Allora la filatrice, che prima doveva sedere in terra con le gambe distese, potè filare e torcere diritta e anche camminando. La rotellina venne poi soppressa, e il fuso, ingrossato nel mezzo, prese la sua forma definitiva.

Feci io:

— Tutto incomincia e finisce così.

— Tutto. E di tutto si fece filo da tessere: pelo e lana, fibre vegetali, tendini lunghi e sottili. Anche pelli vestite di pelo furono ridotte in filo e ritorte, per tesserne coperte, perchè i lunghi inverni erano rigidi e le membra avevan bisogno di stiepidirsi. Con fibre di corteccia d'alberi e d'arbusti, l'uomo fabbricò pur corde e reti da pesca...

— In queste, di certo, tu non c'entri.

— No; ma intanto io preparavo portenti.

4. — Ricordai che nelle stazioni lacustri della Svizzera, specialmente a Robenhausen e a Wangen, furono raccolti dei lembi di tela grossolanamente intessuta, carbonizzati, e insieme gomitoli di filo e di spago, pezzi di corda, reti a maglia grande e mezzana. Quanti secoli erano rimasti sepolti sotto la torba?

Penetrando al solito il mio pensiero, rispose:

— Innumerevoli... Appena nato, io mi posi al lavoro. Se hai avuto occasione di visitar la Sardegna, t'è certo avvenuto di veder le tessitrici lavorare con telai primitivi. Esse dispongono sul suolo, parallelamente, due bastoni, assicurati a piuoli fissi, e lontani fra loro quanto la lunghezza che si vuol dare al tessuto: dopo di che, vi dispongono il filo per l'ordito, in guisa che passi dall'uno all'altro in lunga spirale continua, sopra e sotto. Collocano allora una lunga canna su l'ordito, avvolgendovi un filo continuo, che fanno passare fra quelli anteriori e intorno ai posteriori di esso. Stendono poi il filo della trama sopra un lungo bastone, attorcigliandolo una o due volte a una delle estremità, e tendendolo fino all'altra, dove si ripete l'avvolgimento, e via, avanti e indietro, finchè siasene dipanato abbastanza. Disposte così le cose, la tessitrice solleva la canna verso di sè, porta i fili posteriori dell'ordito fra quelli della serie anteriore, e fissata la trama all'estremità di quella che dovrà essere la tela, spinge la spola fra le due serie, tenendo il filo ben teso; indi fa sparire le disuguaglianze con un osso o con un bastoncino appuntiti. Finalmente, rallentata la canna, la serie posteriore dei fili d'ordito ritorna al

proprio posto, e la tessitrice fa passare con la spola, in senso contrario, un altro filo di trama.

— Sì, vidi in Sardegna telai cosiffatti, all'aperto. In sostanza quelli più perfetti non sono disposti diversamente. Soltanto, il lavoro riesce lungo; ma i tessuti son fitti e durevoli....

— E bada che si posson tessere tele con righe d'altro colore, e fin con disegni. I pettini, i licci, le calcole, la cassa, i congegni complicati che tu vedi in me, vennero dopo; e son vecchio anch'io; ma vecchio bene.

Qui vi fu una pausa nella strana conversazione. La tessitrice, coi piedi su le calcole, alzandole e abbassandole con movimento alternato, apriva o serrava le due serie di fili dell'ordito, facendo volar la spola da un vivagno all'altro. Di tratto in tratto, passava la bozzima su l'ordito, per ammorbidirlo. Il telaio, col rumore uniforme, cantava il suo inno alla bianca tela che ci veste, ci copre addormentati, ci ravvolge nell'ultimo letto. I fili dell'ordito e della trama s'intrecciavano, e un colpo secco del telaio li stringeva. Non eran più, quelli dell'ordito, disposti in due serie sul medesimo bastone, ma ogni serie sopra un'intelaiatura, e fra esse correva un largo spazio. La tessitrice, con un altro colpo del telaio li avvicinava e li allontanava.

Dopo un istante, il telaio riprese:

— Ecco, vedi. Tutti i popoli del mondo hanno lo stesso telaio, per le tele e le stoffe semplici, a un solo filo, sian esse di canapa, di lino, di cotone, di seta. Ma quando si vogliono stoffe operate, composte di varî colori, e però a più fili, io e i miei fratelli non bastiamo più. Bisogna ricorrere al telaio meccanico, che fu inventato da Nicolò Jacquard, nel 1790, e venne modificato e perfezionato da un italiano, il Vincenzi, nel 1858. Altre modificazioni vennero poi. Gli furono aggiunti meccanismi particolari, che rendono possibili fin cento mandate al minuto di una o più spole, in tessuti larghi fin tre metri e ottantadue centimetri.

— E la lana?

— È un'altra cosa. I fili di lana vengono da prima uniti in un tessuto rado e grossolano, che dal telaio pas-

sa alla gualchiera. Una volta, dei mazzi di ferro lo pestavano per estrarne l'olio di cui è imbevuto. Ora lo si purga con una certa argilla verdastra, saponacea al tatto, che non s'impasta con l'acqua, ma si combina agevolmente con le sostanze grasse, e lo si fa passare in una macchina che lo feltra fra i suoi cilindri, in modo che le fibre della lana aderiscono solidamente fra loro, e formano una vera stoffa. Ben sodato, il panno ha bisogno d'essere lisciato, perchè è tutto irto di fili. Una volta lo pettinavano coi *garzi*, cioè coi fiori seccati d'una certa specie di cardo selvatico, abbondante nelle campagne, e che si coltivava apposta; ma ora vi provvede la garzatrice, co' suoi cilindri muniti di finissime punte metalliche, le quali lo pettinano e riuniscono per il loro verso. Finalmente ne eguagliano e ne tolgono affatto il pelo con la cimatrice: altre macchine l'asciugano, lo lustrano, gli dànno l'apparenza ondulata, marezzata, secondo che si desidera.

5. — Il telaio andava come il vento, chè la tessitrice, si vede, aveva fretta di condurre, come dice Dante, « insino al co' la tela ». Quanta strada percorsa nella storia della civiltà! — Intanto, nè Berta nè altre donne filano più. Il filato, come il tessuto di casa, è ormai una preziosità quasi religiosa. Verso la metà del secolo XVIII, Highs, un povero fabbricante di pettini da tessitori, compose la macchina da filare il cotone, alla quale con gentile pensiero, diede il nome di sua figlia Jenny. Era imperfetta; non poteva formare filo adatto per la trama, e dare la finezza, la resistenza, la torcitura uniforme, che si richiede per l'ordito. Ma ecco Riccardo Arkwright, barbiere di Preston, che la perfeziona, e Samuele Crompton, che combinandone i pregi con quelli della Jenny risolve definitivamente il problema della filatura meccanica.

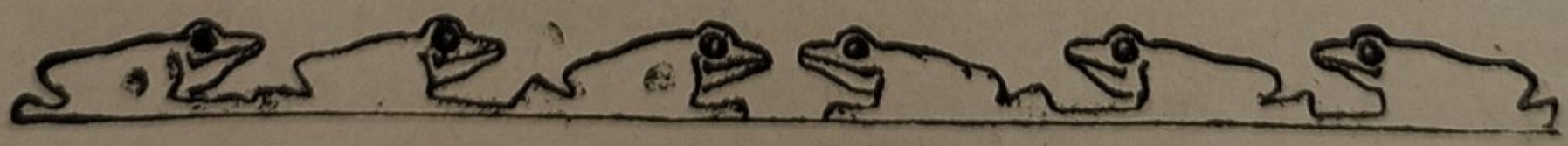
La canapa e il lino, macerati e disseccati, dovevano essere strigliati. S'era cominciato dal diromperne i fusti con le mani, poi con la gramola o maciulla: operazione lunga quanto mai. La maciulla a mano fu sostituita da una strigliatrice meccanica: una ruota, munita

di quattordici palette di legno veniva fatta girare da un operaio per mezzo d'una manovella. Avvicinato alle palette un manipolo di fusti, venivano tosto spogliati della parte legnosa e ridotti al puro tiglio. A quella dell'uomo furono poi sostituite altre forze, delle quali parleremo fra breve. Venne poi la macchina per filare il lino, inventata da Filippo de Girard, che ebbe pur essa i suoi perfezionamenti.

Povero de Girard! Napoleone I aveva, nel 1810, promesso il premio di un milione a chi inventasse un tale meccanismo. Egli era autore d'altri ingegnosi trovati, fra i quali la lampada idrostatica a livello costante, e si mise all'opera. In quattro mesi, riuscì nell'intento; ma non potè avere il premio promesso. L'impero cadde prima che fosse pronunziato il giudizio su le macchine presentate a un nuovo concorso, e de Girard, rovinato, fu messo in carcere per debiti. Luigi XVIII non seppe o non volle riparare l'ingiustizia, e Filippo de Girard fu costretto ad accettare l'offerta dello czar Alessandro I, che l'invitava ne' suoi stati. Impiantò presso Varsavia una filatura di lino, e fu nominato ingegnere capo delle officine polacche.

I licci del telaio s'alzavano e s'abbassavano, la spola andava e veniva, i colpi che ribattevano la tela si succedevano; e di nuovo il frastuono si fece voce.

— Opificî, gualchiere, sono trasformati ormai dalla macchina. Per quanto si vada in fretta, mio Dio, noi siamo tartarughe ormai. L'industria tessile moderna moltiplica l'attività e moltiplica le ricchezze. Col vecchio telaio è un filo argenteo di poesia che se ne va; ma anche la macchina ha un'altra poesia: la poesia dell'ingegno umano, che ascende, che conquista e trasforma tutto. Chi se ne può dolere, anche se ce ne deriva l'abbandono?



LA PENTOLA DI PAPIN

1. La forza del vapore. — 2. I precursori. — 3. Dionigi Papin e il suo digestore. — 4. Newcomen e Cawley. — 5. L'insegnamento del caso. — 6. Giacomo Watt. — 7. La gloria di Papin.

1. — Una castagna messa al fuoco, appena scaldata, ingrossa. Non è consigliabile osservarla da vicino, perchè in breve scoppia. — Una pentola piena d'acqua e ben chiusa, vien posata sul fornello acceso. Dopo un certo tempo, all'improvviso, butta per aria il coperchio. — Son piccoli fatti, è vero? Ma i piccoli fatti guidano alle grandi scoperte. — Una mela si stacca dal ramo e cade: Newton scopre la legge della gravitazione universale. Galileo Galilei, appena diciottenne, vede oscillare nel duomo di Pisa una lampada accesa allora allora da un sagrestano, e osservando quelle oscillazioni scopre la legge dell'isocronismo del pendolo.

Certo, occorre la genialità del pensiero, la potenza della riflessione, per salire dal piccolo fatto alla grande scoperta. Molti ragazzi videro... e udirono scoppiare una castagna e saltar per aria il coperchio d'una pentola, e nessuno si rivolse la domanda: « Perchè? ».

Rivolgiamocela noi.

Perchè la castagna ha incominciato a gonfiarsi? Perchè contiene acqua. L'acqua, come tutti i corpi, al calore, si dilata, si converte in vapore, che vuole espandersi, e ha bisogno di spazio maggiore. A un certo punto, il guscio della castagna non regge alla pressione che esso esercita, e si rompe violentemente. Così il vapore s'apre la via d'uscita.

Ormai non occorre più ricercare il perchè del coperchio che salta per aria. È perfettamente lo stesso.

Volete la riprova del fatto?

Sollevate il coperchio della pentola dove bolle dell'acqua. Ne vedrete uscire il vapore che ha l'apparenza di fumo bianchiccio. Tenetevi sopra sollevato, a una certa distanza, un piatto freddo. Subito appariranno su la faccia del piatto rivolta verso il vapore che sale dalla pentola, delle gocciole d'acqua. Il vapore si condensa, ridiventa acqua, a contatto d'un corpo freddo.

È dunque il vapore che esercita espandendosi una forza contro la parete del guscio nella castagna, e la rompe con violenza perchè non cede: è il vapore che butta via il coperchio, perchè cede alla sua forza. — Fu misurata la forza del vapore prodotto dall'acqua bollente. Essa è di un chilogrammo all'incirca per centimetro quadrato.

Quante volte un fatto dovuto alla forza del vapore non accadde sotto gli occhi degli uomini primitivi o selvaggi, e non vi posero mente! Gli uomini primitivi erano come i ragazzi: non si domandavano i « perchè ». A loro bastava il « come » i fatti avvenivano, e cercavano il modo di riprodurli, per averne i medesimi effetti se utili, o di porvi riparo per evitarli. È probabile che a furia di veder scoppiar castagne, pensassero di tagliarle, o s'allontanassero mentre arrostivano. È pure probabile che il senso dell'analogia li inducesse a mettere le pine su la brace accesa, perchè s'aprissero, da poterne prendere i semi.

In quanto alle grandi leggi fisiche, e più in generale alle leggi della vita, occorre lo strumento mentale potente che si chiama « riflessione », per scoprirle. Ecco perchè la forza del vapore non fu impiegata che assai tardi.

2. — Non è vero che gli antichi abbiano ignorato che il vapore dell'acqua fortemente scaldata ha una forza elastica, la quale può servire come agente di moto.

Nell'anno 140 avanti Cristo, Erone, matematico e meccanico greco, il quale aveva già inventata la fonta-

na di compressione, la fontana perpetua, il sifone a braccia disuguali, costruito ingegnosissimi automi, e dimostrato di avere una prima idea delle trombe idrauliche, iniziò la serie delle esperienze non solo su la forza del vapore, ma anche sulle sue applicazioni. Gli vien negato il merito d'aver pensato a inventare una vera e propria macchina a vapore; ma è un pretender troppo da chi incomincia e viene impedito dalla morte di proseguire oltre il primo tentativo, sia pure fatto con altri intendimenti. Il fatto è questo, che Erone conobbe l'elasticità del vapore, e la dimostrò con la costruzione dell'eolipila, che ha in sostanza i caratteri d'una vera macchina.

L'eolipila è una sfera di metallo, cava, mobile intorno a due perni disposti in senso orizzontale, dalla quale escono due piccoli tubi aperti, perpendicolarmente all'asse della sfera, che finiscono piegati ad angolo retto, in direzione opposta l'uno a quella dell'altro. Riempita d'acqua la sfera, e fattala bollire, n'esce con forza il vapore acqueo dai tubi, e le imprime un movimento di rotazione.

Quale intento si proponeva Erone? Quello di costruire un semplice balocco, pensano alcuni; ma date le altre sue invenzioni, e i suoi studî, questo non sembra probabile, e non è colpa sua se l'eolipila è rimasta un semplice apparecchio da gabinetto di fisica sperimentale.

D'altri tentativi non s'ha più notizia fino al decimo secolo. Il monaco Gerberto, che fu poi papa Silvestro II, aveva già importato dalla Spagna fra noi l'aritmetica decimale degli arabi. Era un matematico e un fisico, e aveva impiegato il vapore come forza motrice, servendosene per far suonare un organo. Come fosse congegnato il suo apparecchio non è dato sapere. Viveva in tempi d'ignoranza e di superstizione, e quando morì, tutto ciò che gli apparteneva fu distrutto. Le figure geometriche trovate fra le sue carte furono credute disegni cabalistici e bruciate. Si credette che avesse corrispondenza col diavolo, e perciò ne arsero fino il cadavere e ne buttaronc le ceneri nel Tevere.

Nel 1601, Giovanni Battista Porta, fisico napoletano, pubblicava un'opera scritta in latino, in cui descriveva una macchina a vapore da lui ideata.

Un'altra macchina a vapore ideò Giovanni Branca, architetto romano, e la descrisse in un libro da lui pubblicato a Roma, nel 1629. Si trattava d'una nuova eolipila, che aveva la figura d'un busto metallico d'uomo: veniva riempita d'acqua, vi si faceva il fuoco sotto, e l'acqua bolliva, convertendosi in vapore. Questo usciva in un getto dal tubo aperto che la figura teneva in bocca, e andava a urtare contro piccole pale incastrate in una ruota ad asse orizzontale, che mediante un ingranaggio metteva in movimento due pestelli, destinati dall'inventore a polverizzare polvere da cannone o altra materia. contenuta in due mortai corrispondenti. L'ingegnoso apparecchio utilizzava l'effetto di una corrente di vapore. È vero che la macchina a vapore è invece fondata su la forza elastica del vapore contenuto in uno spazio chiuso; ma da cosa nasce cosa.

3. — Dionigi Papin, fisico francese, nato a Blois nel 1647, visse in un periodo fecondo e affannoso di ricerche, ma anche turbato da persecuzioni religiose, e siccome era protestante, la sua esistenza fu un tessuto di sventure. Nel 1680, trovandosi in Inghilterra, s'era proposto di trar guadagno dall'estrazione della gelatina dalle ossa, ricavando materia nutritiva anche da quelle parti degli animali, che venivano abbandonate. Aveva invano tentato di ottenere il suo intento, facendole bollire in vasi aperti, e gli venne in mente di provare con un recipiente chiuso. Ne fece costruire pertanto uno, di bronzo, a robuste pareti, che ne conteneva un altro più piccolo. Il primo conteneva l'acqua: nel secondo venivano messe a bollire le ossa o le carni.

Or avvenne, che collocata sul fornello la marmitta così congegnata, e alla quale aveva dato il nome di *digestore*, come l'acqua fu a bollore, si manifestò un fatto molto simile a quello della castagna messa tra le brace accesa col guscio intero. Il vapore accumulato, per la for-

Cavi del grandioso transatlantico "Imperator"

za della sua elasticità, premendo contro le pareti del recipiente, e non trovando via d'uscita, lo fece scoppiare, con grave pericolo dell'inventore.

Egli non s'arrestò però al primo esperimento, e si diede a cercare il mezzo d'evitare ogni rischio. Il mezzo fu semplice: l'applicazione della valvola di sicurezza al coperchio, e così questa, da lui inventata, nacque prima della stessa macchina a vapore. Come l'ebbe messa in opera, il digestore fu perfetto, e Papin lo descrisse in un suo libro pubblicato in Inghilterra nel 1681, *New Digester;* dove afferma che esso non solo doveva servire all'estrazione della gelatina dalle ossa, ma anche a cuocere le carni in poco tempo e con poca spesa, migliorandone anche il sapore.

È inutile descrivere qui la valvola di sicurezza, perchè fu già fatto altrove. Vuolsi notare soltanto che non ebbe alla prima la sua forma definitiva. Papin la perfezionò diciassette anni dopo; ma intanto la sua attenzione s'era fermata su la potenza del vapore prodotto dall'acqua riscaldata in vasi chiusi, e grandi effetti ne dovevano nascere.

Nel 1690, infatti, Papin s'accinse alla costruzione d'un apparecchio che utilizzasse la forza elastica del vapore acqueo, e nel 1707 applicò la sua macchina motrice a vapore sopra un battello munito di ruote a pale. Egli s'imbarcò a Cassel, nelle acque del fiume Fulda, proponendosi di giungere nell'Annover fino a Münden, per passare di là nelle acque del Weser. Contava di tornare poi in Inghilterra, dove avrebbe fatta conoscere la sua scoperta. Se non che i battellieri del Weser, sia che li pungesse la paura di perdere ogni guadagno, se i battelli che non avevan bisogno della forza delle braccia per navigare prevalessero sui loro, sia che attribuissero quello di Papin a qualche potere diabolico, non vollero a ogni costo consentirgli il passaggio, e poichè egli protestò, fecero in pezzi battello e macchina, uniche ricchezze che possedeva, e che gli erano costati lungo lavoro e sacrificî immensi.

Il povero vecchio, affranto, ammalato, visse a Londra, nella miseria e nell'abbandono i suoi ultimi anni,

egli che aveva aperta alla civiltà una nuova e luminosa strada.

4. — Ormai il vapore entrava trionfante nella grande palestra dell'industria, e doveva trasformar tutto.

Due operai inglesi, di Darmouth, il fabbro Tommaso Newcomen, e il vecchio Giovanni Cawley, ripresero e perfezionarono l'invenzione di Papin. Essi vi furono indotti osservando una macchina costruita nel 1698 da Tomaso Savery, che da semplice operaio minatore aveva saputo diventare ingegnere. Savery però, invece di limitarsi a perfezionare quella dello sventurato inventore francese, aveva voluto consegnarla secondo le sue vedute. Papin aveva disposto nella sua macchina uno stantuffo che veniva sollevato dalla forza del vapore in un cilindro metallico, e comunicava il movimento all'asse delle ruote. Savery, abbandonato cilindro e stantuffo, s'era provato a combinare la forza elastica del vapore con l'effetto del vuoto prodotto dal condensarsi di esso mediante il raffreddamento, e così la sua macchina serviva soltanto a innalzar l'acqua nelle miniere di carbon fossile, mentre quella di Papin poteva essere applicata a qualsiasi uso.

Newcomen e Cawley vinsero ogni difficoltà, e nel 1705, ottennero dal re un brevetto d'invenzione. Tosto la macchina di Papin, da essi perfezionata, si diffuse in tutta l'Inghilterra. Qui è da notare che se le esperienze dell'inventore francese fossero cessate dopo la costruzione del digestore, e questo fosse rimasto come il prodotto unico de' suoi tentativi, si sarebbe pensato di lui quel che fu detto d'Erone, di Porta, di Branca. Noi abbiamo invece una collaborazione inconsapevole, che si rivela a lunghi intervalli, e la scoperta di Papin la rende più intensa. Le modificazioni di Saverv costituiscono un esperimento non riuscito, che stimola sempre più Newcomen e Cawley, persuadendoli a non allontanarsi dalla via diritta. — Da quel momento, la vera macchina a vapore è nata.

In quella di Papin, il vapore veniva generato nel cilindro medesimo nel quale agiva lo stantuffo; ma per

produrre il raffreddamento necessario a che questo ridiscendesse, bisognava allontanare il cilindro dal fuoco, per tornare ad avvicinarvelo perchè il vapore si generasse di nuovo e lo facesse risalire, ciò che importava un'operazione lunga e complicata. Fermo il principio seguito da Papin, Newcomen e Cawley portarono fuori del cilindro, in una caldaia separata, l'acqua destinata a produrre il vapore. Questo entra nella camera inferiore del cilindro, cioè sotto lo stantuffo, per un tubo, aprendo una chiavetta, e lo stantuffo viene sospinto in alto, con l'aiuto d'un contrappeso che opera per mezzo della catena applicata a un bilanciere mobile. Giunto lo stantuffo al punto più alto, un getto d'acqua fredda riempie lo spazio compreso fra la parete esterna del cilindro dove agisce la forza elastica del vapore, e quella interna d'un altro, di diametro alquanto maggiore, che lo circonda. Così avviene il raffreddamento: il vapore si condensa, e precipita in fondo al cilindro, mentre lo stantuffo, premuto su la faccia superiore dall'aria esterna, ridiscende.

L'intervento del caso, collaboratore continuo degli inventori, vi portò ben presto altri perfezionamenti.

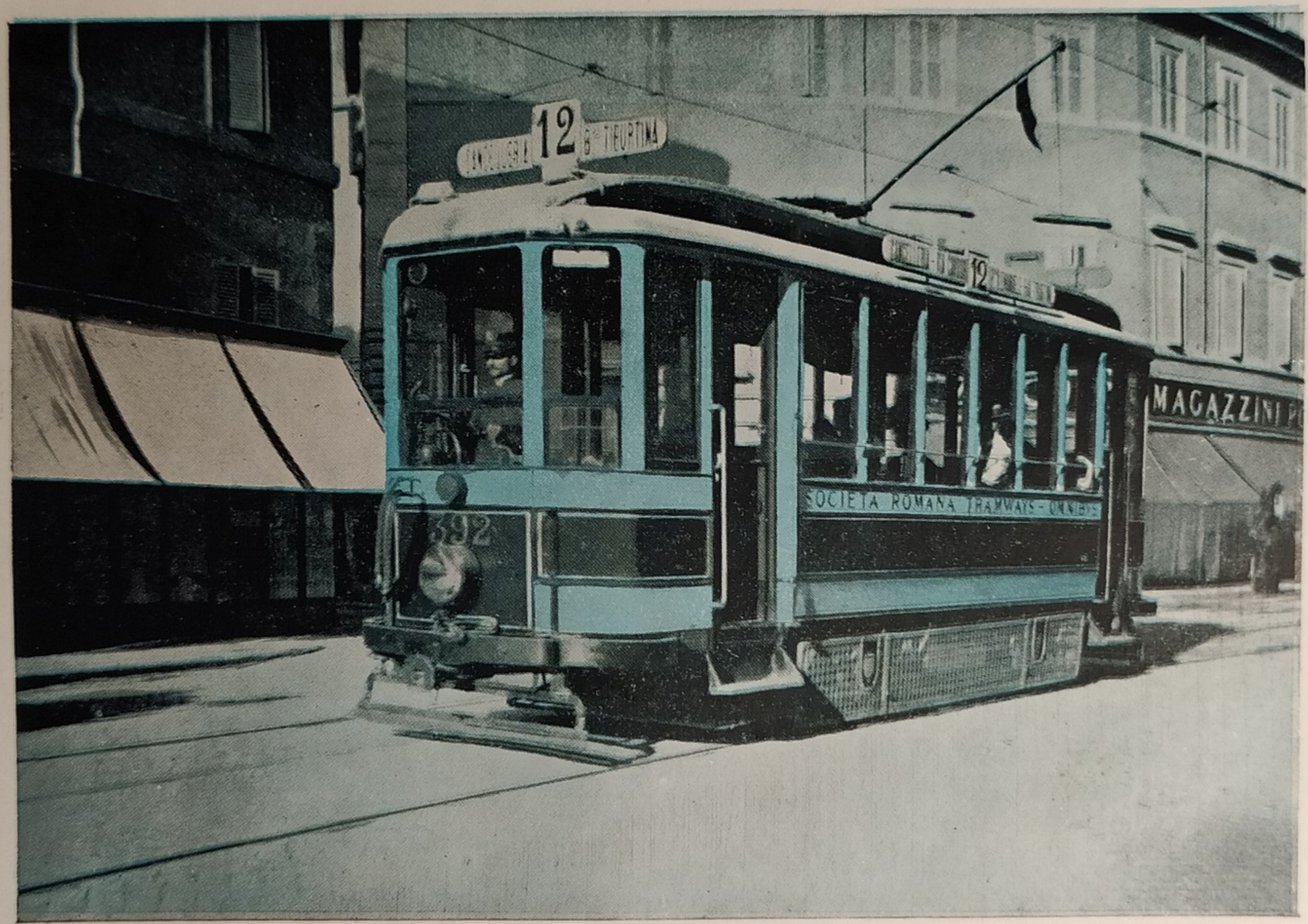
5. — Per riempire i vuoti che lo stantuffo, imperfettamente tornito, lasciava tra il suo orlo e la parete interna del cilindro nel quale operava, s'era da principio provveduto ricoprendone la faccia superiore con uno strato d'acqua. Or ecco un giorno, i due inventori notarono che una delle loro macchine oscillava assai più rapidamente del consueto. Datisi a ricercare la causa, trovarono che lo stantuffo aveva un piccolo foro. Per esso l'acqua fredda cadeva nel cilindro in rade goccie, e attraversando il vapore, ne rendeva più rapida la condensazione. Si lamentava appunto che i movimenti della macchina fossero troppo lenti, e il caso veniva a suggerire una modificazione. Si tolse via il cilindro esterno, e si provvide a che una pioggia d'acqua fredda si versasse direttamente nella camera inferiore del cilindro, a contatto diretto col vapore, all'istante preciso nel quale lo stantuffo doveva incominciare a discendere. Le oscil-

lazioni aumentarono fino a otto o dieci al minuto, e la lentezza scomparve.

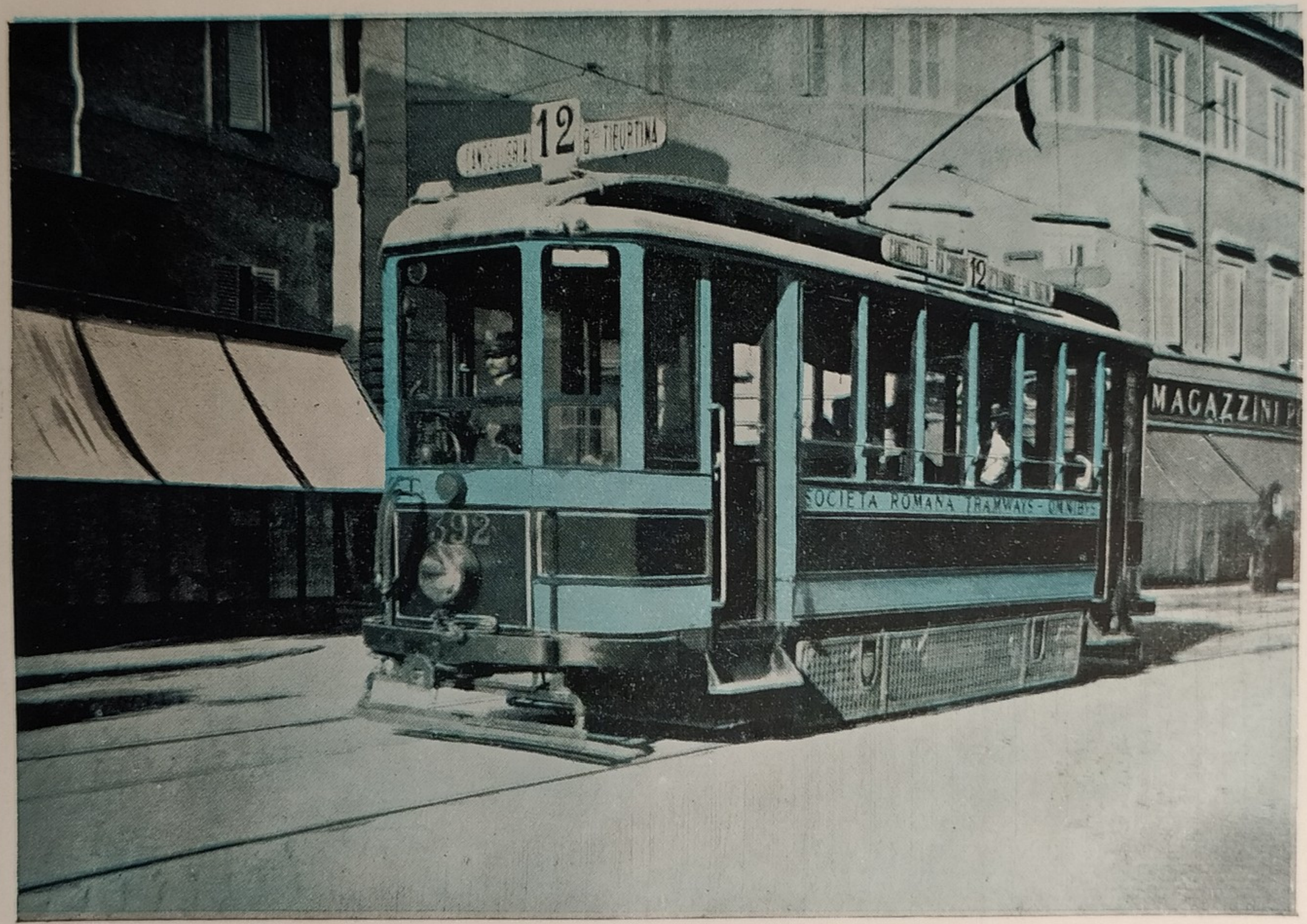
La macchina di Newcomen e Cawley presentava un altro difetto. Una persona doveva aprire e rinchiudere le due chiavette, l'una destinata a far salire il vapore acqueo dalla caldaia nel cilindro dello stantuffo, l'altra al passaggio dell'acqua fredda per condensare quello che l'aveva già sollevato. Occorreva, da parte di chi era incaricato di questa manovra un'attenzione continua, non solo per ottenere il maggior numero di movimenti dello stantuffo, ma per non produrre alla macchina danni gravissimi.

Nel 1713, le chiavette d'una delle macchine erano vigilate da un ragazzo, che si chiamava Enrico Potter. Sentite come il caso ne associò il nome alla storia delle macchine a vapore. Quell'occupazione che richiedeva una continua immobilità non s'addiceva al suo bisogno d'attività; ma essendo anche un carattere riflessivo, riconosceva di non poter mancare al proprio dovere, perchè dalla sua diligenza nell'aprire e chiudere alternativamente or l'una or l'altra delle due chiavette, dipendeva il movimento regolare della macchina. In quest'alternativa, tra il bisogno di muoversi e di svagarsi, e il dovere di rimanere al suo posto, si stillava il cervello a pensare come avrebbe potuto conciliar l'uno con l'altro. La sua testa s'esaltò: l'esaltazione vi suscitò il genio inventivo. Così finì per scoprire dei particolari che fino allora nessuno aveva avvertiti.

Una delle chiavette doveva essere aperta al momento preciso che il bilanciere terminava la sua oscillazione discendente, e chiusa al termine di quella ascendente: l'altra, al contrario. La posizione delle chiavette e del bilanciere, pertanto, si corrispondevano: il bilanciere poteva mettere in movimento senz'altro tutti gli organi della macchina. Gli fu facile accertarsene. Allacciò due funicelle d'ineguale lunghezza a ciascuna chiavetta, e ne fissò i capi sul bilanciere, ai punti opportuni, trovati dopo molti esperimenti di prova. In breve, l'azione che esercitava il bilanciere su le due funicelle salendo e discendendo, sostituirono la sua mano. La macchi-



Vetture elettriche di Roma.



Vetture elettriche di Roma.

na andava benissimo sola, senza bisogno d'alcun sorvegliante. Bastava alimentare il fuoco sotto la caldaia, cosa alla quale provvedeva il fuochista.

Cinque anni dopo, le funicelle furono sostituite da verghette di ferro, rigide, che andavano a premere, ora dal basso ora dall'alto le teste delle chiavette. Grazie a questo perfezionamento, le oscillazioni salirono a quindici al minuto.

6. — Le modificazioni ormai si seguirono senza interruzione; ma le più importanti vi furono introdotte dallo scozzese Giacomo Watt, salito a grande altezza dalla condizione di povero operaio meccanico. Nella sua patria aveva subìte non poche contrarietà, al punto che le corporazioni d'arti e mestieri di Glascow, dove s'era recato dopo il breve soggiorno d'un anno a Londra, considerandolo come un intruso, forti dei loro privilegi, gli avevano vietato d'aprire un laboratorio per costruirvi strumenti di matematica e di marina. Era stato costretto a invocar l'aiuto dell'Università, che riconoscendone il valore, lo nominò suo meccanico e gli diede una stanza da mettervi la bottega.

Nell'Università esisteva un piccolo modello della macchina di Newcomen, che nessuno era mai riuscito a far agire bene, e però Anderson, professore di fisica, l'affidò a lui perchè l'accomodasse. Fu così che gli avvenne di studiarne i congegni e di trovarne le deficienze. Ancora il caso preparava alla macchina a vapore un grande avvenire. Se gli operai di Glascow non si fossero mostrati così ostili al giovine meccanico, tutto questo non sarebbe accaduto. È il caso di dire che il male non vien sempre per nuocere.

Il primo vizio che trovò fu nel modo come avveniva la condensazione del vapore. Il getto d'acqua raffreddava il cilindro, e il vapore, giungendovi dalla caldaia, vi si condensava in parte, con grande perdita di calore; ciò che aumentava la spesa di combustibile necessario a reintegrarlo. Watt creò il *condensatore isolato*, facendo comunicare il cilindro, per mezzo d'un tubo, con una

cassa percorsa da una corrente d'acqua continua, dove il vapore affluiva e tornava allo stato liquido.

Al primo perfezionamento ne seguì un secondo. Nella vecchia macchina il vapore innalzava lo stantuffo, e la pressione dell'aria lo faceva discendere. Watt fece agire il vapore anche per la discesa, eliminando affatto la pressione dell'aria. Dopo di che aggiunse alla macchina il *parallelogrammo articolato*, per trasmettere al bilanciere le due spinte successive, derivanti dall'innalzarsi e dall'abbassarsi dello stantuffo; la *manovella*, con la quale il movimento di va e vieni del bilanciere fu trasformato in movimento circolare continuo, atto a muovere una ruota o un volante, fissati all'asse della macchina, che trasmettono poi il movimento a ordigni speciali di determinati lavori, rendendo possibili l'applicazione del motore a tutti gli usi industriali, il *regolatore a forza centrifuga*, così detto appunto perchè regola l'introduzione del vapore, limitandolo al necessario per l'attività della macchina.

La macchina a vapore fissa, trasformata da Watt con perseveranti ricerche, divenne il motore universale, di forza illimitata: fu introdotta negli opificî di materie tessili, nelle tipografie, nei mulini, nelle officine, nelle miniere, nella locomozione per terra e per acqua, nell'idraulica, nell'agricoltura, nelle cartiere, e dovunque moltiplicò le energie, diminuì il costo dei prodotti ottenuti con minor impiego di capitali, soppresse i lavori faticosi.

A quelle di Watt, s'aggiunsero le modificazioni di altri. Un meccanico tedesco, Leupold, aveva fin dal 1725 proposta l'adozione del vapore ad alta tensione. Egli aveva notato che se il vapore acqueo, invece d'essere spinto nel cilindro appena uscito dalla caldaia dove si sviluppa, vi viene mantenuto finchè raggiunga un grado massimo di calore, la sua forza ne rimane enormemente accresciuta. La tensione del vapore, in altri termini, è tanto più intensa, quanto è maggiore il tempo durante il quale viene scaldato, prima d'essere introdotto nel cilindro. Leupold descrisse in una sua opera la macchina ad alta pressione quale egli l'aveva pensata.

Watt, che pure ebbe a riconoscere l'importanza dell'innovazione, non l'adottò. Le prime macchine ad alta pressione vennero poi costruite sul principio del secolo XIX da Oliviero Evans, meccanico americano, che s'appropriò la scoperta di Leupold, e furono tosto diffuse in tutta l'Europa lavoratrice, massime in Inghilterra.

Ma già nel 1804, scaduti i brevetti ottenuti da Watt, per le sue invenzioni, era incominciata la serie dei perfezionamenti che via via continuarono fino ai nostri giorni, l'integrazione e la varietà d'adattamento della macchina a vapore. Il tedesco Wolf, per trarre il maggior profitto dall'espansione del vapore, creò la macchina a due cilindri. Seguirono le macchine a cilindro fisso orizzontale, le macchine rotative, le macchine ad aria calda, nelle quali una forte massa d'aria, com'è indicato dal loro nome, alternamente scaldata e raffreddata, sostituisce il vapore. — Più tardi, alla caldaia vennero aggiunti i *bollitori*, dei quali fu già parlato, e nuovi congegni di sicurezza, oltre la valvola di Papin: il *disco fusibile*, composto con una lega di stagno, bismuto e piombo, applicato a un foro aperto in un punto qualsiasi della caldaia, che si fonde a un grado di temperatura superiore a quello che ha il vapore a pressione massima; il *manometro*, che indica costantemente la misura della pressione esercitata dal calore nell'interno della caldaia; l'*indicatore del livello dell'acqua*, il cui ufficio è indicato dal nome; il *galleggiante* che dà pur esso la medesima indicazione, e manda un fischio acuto all'avvicinarsi del pericolo, cioè quando il livello dell'acqua nella caldaia è disceso troppo basso.

7. — Dionigi Papin cercava la macchina a vapore mobile, e il suo tentativo era stato spezzato crudelmente dai battellieri della Fulda. Lo riprese Roberto Fulton, nato in Pensilvania nel 1765, da poveri emigrati irlandesi. Era stato apprendista in un'oreficeria, pur studiando disegno e pittura; ma la meccanica aveva le sue predilezioni. A ventun anni, con l'aiuto d'un ricco americano, che ne ammirava i quadri, si recò in Europa con l'intento di perfezionarsi nella pittura; ma la meccanica

l'appassionava. Egli lasciò la pittura e si diede all'ingegneria. Il pensiero di risolvere il problema della navigazione a vapore, liberando i naviganti dalla volubilità del vento, brulicava da gran tempo nella sua mente, finchè si propose di risolverlo. Nell'agosto 1803, egli navigava col suo primo battello a vapore, su le acque della Senna, in piena Parigi. Sperava grandi incoraggiamenti dalla Francia, ma ne rimase deluso. Neppur Napoleone seppe apprezzarne l'invenzione. Allora tornò agli Stati Uniti, e il 10 ottobre 1807 lanciava a Nuova York il *Clermont*, un grande battello a vapore da lui costruito.

Sul modello del *Clermont*, Enrico Bell costruiva e metteva in mare nel 1812 la *Cometa*. La navigazione a vapore incominciava, e le marine di tutti i paesi l'adottavano. Da prima, i battelli furono muniti di ruote a pale, e le conservarono a lungo; ma nel 1843, l'elica apparve. L'aveva pensata fin dal 1752 il matematico svizzero Daniele Bernoulli, che proponeva di munire le navi d'un organo di propulsione elicoidale. Nel 1768, l'ingegnere francese Paucton, voleva sostituire delle eliche ai remi. L'elica fu tosto adottata: le ruote rimasero ai battelli per la navigazione costiera e fluviale.

Poche modificazioni bastarono per adattare alla navigazione le macchine a vapore fisse. Oggi, transatlantici immensi, vere città galleggianti, solcano il mare con velocità maravigliose, fin di 55 chilometri all'ora.

Intanto, nel 1804, era nata la *locomotiva*, che è la più perfetta di tutte le macchine a vapore. Più d'un tentativo era stato fatto qua e là, senza risultato. Oliviero Evans, nel 1790, aveva tentato di costruire carrozze mosse da macchine ad alta pressione, su vie ordinarie, ma non v'era riuscito. La riuscita dei due costruttori inglesi Trevithick e Vivian ebbe più circostanze favorevoli, che all'Evans erano mancate. In Inghilterra, fin dal secolo XVII, si erano disposte, nelle gallerie delle miniere e nelle strade che vi conducevano, rotaie di legno, per agevolarvi il trasporto dei carri di minerale tirati da cavalli, con la diminuzione dell'attrito. In seguito le rotaie di legno furono rimosse e sostituite con rotaie di ferro, donde il nome di ferrovie, che anticipò la locomotiva.

Nel 1804, i due costruttori pensarono di sostituire ai cavalli una macchina a vapore, ad alta pressione, che avrebbe potuto trascinare con molta prestezza maggior numero di carri. La macchina da essi costruita aveva la caldaia cilindrica, disposta in senso orizzontale, col focolare sotto la caldaia stessa. Da questa, il vapore scendeva in due cilindri collocati in senso obliquo, al di sopra delle ruote anteriori, che sole erano motrici.

Nel 1812, il meccanico Giorgio Stephenson costruì una locomotiva più adatta ai trasporti, col sistema tubolare che ne estende immensamente la superficie destinata a riscaldarsi, producendo una grande quantità di vapore. Dal focolare, il calore circola dentro un grande numero di tubi d'ottone, disposti in senso longitudinale nella caldaia, fra i quali s'insinua l'acqua, e sfugge per il fumaiuolo. Si svolge così dall'acqua, per effetto della superficie metallica arroventata di quei tubi, una enorme quantità di vapore che si raccoglie in una cupola su la parte posteriore della locomotiva, e precisamente sopra il focolare, dove subisce il maggior riscaldamento che ne eleva la tensione, rendendolo più potente. Un tubo lo trasporta dentro due cilindri, uno da ciascun lato della macchina dove mette in moto gli stantuffi che articolandosi con altri pezzi, fanno girare le ruote sui loro perni.

Tornate un poco indietro con la mente. È sempre la vecchia macchina di Dionigi Papin, modificata, trasformata, perfezionata. Il vapore, invece di scaricarsi in un condensatore, viene spinto per un tubo nel fumaiuolo e lanciato fuori della locomotiva, in piena aria. La corrente che intanto stabilisce serve a rendere più attiva la combustione del carbon fossile nel focolare.

Si deve al carbon fossile il prodigio del lungo treno che percorre lo spazio, valica i ponti, si caccia nel seno delle montagne, trascinato dall'igneo mostro che sfida lo spazio, e n'esce destando gli echi con l'acuto lungo fischio e col frastuono delle pesanti ruote: e che sale sbuffando lungo i fianchi delle montagne, scende i pendii, trattenuto dai freni potenti.

Il carbon fossile alimenta del pari la tarda *locomobile* dalle pesanti ruote di pietra o di ghisa, che pareggia la superficie delle strade, schiacciando la grossa ghiaia disposta a strati per conservarle. La locomotiva, 60 chilometri all'ora: la locomobile, più tonnellate di peso. L'una, la velocità; l'altra la pressione, per l'adattamento di una medesima forza.

IL MISTERO DI UN'AMPOLLA

1. Un esperimento di Filippo Lebon. — 2. Lebon, Murdoch, Winsor. — 3. Perchè il gas non ha precursori antichi? I fiammiferi. — 4. Storia dell'illuminazione. — 5. La fabbricazione e l'uso del gas illuminante. — 6. Il gas nelle industrie.

1. — Filippo Lebon, divenuto ingegnere dei ponti e strade, tornava spesso alla casa paterna, che era in campagna, presso il villaggio di Brachet, sull'Alta Marna. Nel 1786, una sera, fu sorpreso da suo padre mentre osservava attentamente, seduto davanti al braciere, un'ampolla che teneva fra mano.

— Che fai tu là? — gli domandò il vecchio. — Che roba c'è lì dentro?

Egli si maravigliava a ragione di veder suo figlio intento a osservare con tanta cura un'ampolla; ma si maravigliò ancor più, come s'avvide che dal piccolo recipiente usciva un fumo tenue dall'odore acre. E replicò:

— Brucia.

L'altre persone di casa tosto s'avvicinarono per vedere anch'esse di che si trattava; ma il giovine ingegnere continuava a tener gli occhi su l'ampolla, come se non dicessero a lui. Finalmente, avvicinò al fuoco una strisciolina di carta che s'accese, indi l'appressò all'orlo dell'ampolla. Grande fu lo stupore di tutti, come videro suscitarsi da essa una fiamma azzurrognola.

E però suo padre ripetè la domanda:

— Che roba c'è lì dentro?

Filippo Lebon sollevò l'ampolla, e rispose:

— Vedete? Nient'altro che segatura di legno.

— Oh!

Quell'« oh! » ammirativo non fu di suo padre soltanto, ma di quanti si trovavan presenti. In che maniera la segatura deposta in fondo all'ampolla, e che non bruciava, poteva mai produrre una fiamma? O era l'aria che ardeva da sè?

Chi ruminava in mente questa seconda domanda s'avvicinava di più al vero. Infatti, Filippo Lebon aveva prima a lungo scaldata l'ampolla sul braciere. Forse qualcuno pensò (non era strano a que' tempi) che si trattasse d'una segatura di legno venuto dai paesi del diavolo. Di che, l'ingegnere, che immaginò, rise di cuore. E disse, agitando l'ampolla in aria:

— Ecco, domani tornerò a Parigi, e di là penserò io a mandarvi di che scaldar la casa durante il rigido inverno. Il segreto è qui, in quest'ampolla. Non più legna da ardere sugli alari, non più braciere, non più questa misera lampadina a olio o le candele che rattristano invece di rallegrare, con la fioca luce... Io farò costruire delle condutture di qui a Parigi: per esse riceverete calore e luce in abbondanza. Avrete sempre estate, e potrete fare, se vi piace, di notte giorno.

Quella buona gente lo guardava e ne seguiva il discorso, attonita. La sua mamma, specialmente, aveva giunte le mani in atteggiamento pietoso. Anche se non l'avessero manifestato, era facile immaginare il loro pensiero: — « Poveretto, è diventato matto! » — Ma lo manifestarono, e con essi lo manifestarono il giorno dopo quei del paese, com'egli ripetè loro il medesimo discorso.

Filippo Lebon era tornato a Parigi, e ancora se ne parlava a Brachet, e si ripeteva:

— Quel povero ragazzo è impazzito. Peccato!

2. — Certo i più vecchi tra essi morirono con quella convinzione, perchè Filippo Lebon, che s'era prefisso d'ottenere gas da bruciare per l'illuminazione e per riscaldamento dalla distillazione del legno, non raggiunse che in piccola parte il suo intento. Nel 1789, mentre in-

l-
ra
u-
ia

la
e-
se
si
el
o-

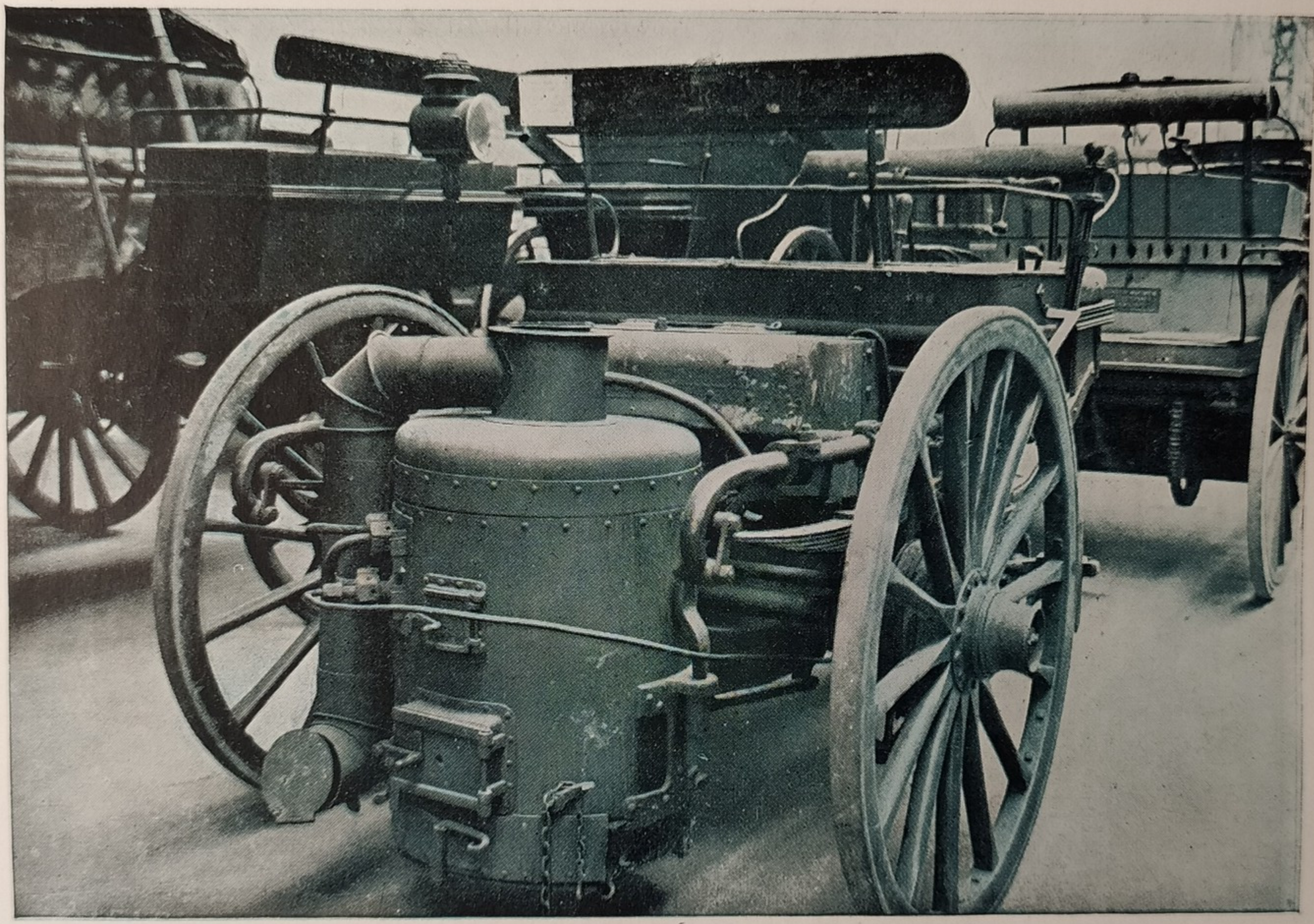
ò
n-
ia
ta
n-
re
a-
o-

i-
ra
n

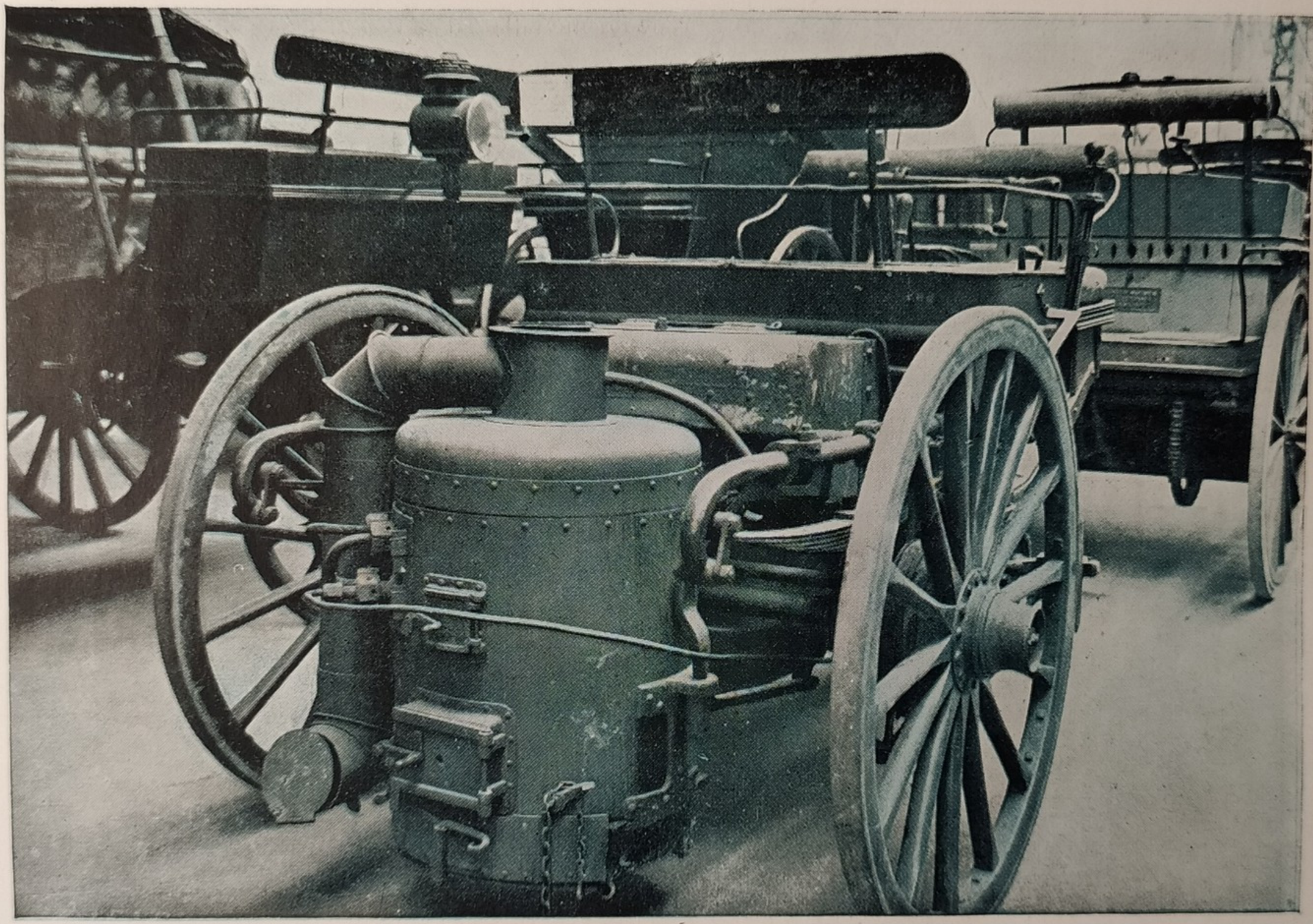
o
a
o
o

e

a
o
-
e



Prima vettura a vapore "Serpollet"



Prima vettura a vapore "Serpollet"

cominciava in Francia la grande rivoluzione, egli ottenne un brevetto d'invenzione per un apparecchio da lui chiamato *termolampada*, o « stufa da riscaldare e illuminare con economia » che raccomandava per gli usi casalinghi. Per ottenere il gas, metteva in una cassa dei ciocchi, e li sottoponeva a un altissima temperatura. Decomponendosi, il legno emanava gas infiammabile, odor di bruciato, aceto e acqua. Il calore del fornello doveva riscaldare le abitazioni; il gas, illuminarle. Ma l'uno e l'altro erano insufficienti. Il gas rischiarava poco e spandeva odore sgradevole, perchè impuro; il calore era troppo debole. Egli tentò da prima d'introdurre le sue termolampade all'Havre, ma senza fortuna. Allora tornò a Parigi, e pensò di cambiar combustibile. Invece di legna, caricò il fornello di carbon fossile. S'avvicinava alla scoperta; ma a compierla mancavano troppe cose. Il gas impuro che otteneva era puzzolente, e carico di emanazioni nocive. I suoi sforzi abortirono, e non ebbe modo di proseguire i tentativi, perchè nel 1804, la sera dell'incoronazione di Napoleone, fu barbaramente trucidato a colpi di coltello da mano assassina, ai Campi Elisi.

I suoi tentativi avevano attirata l'attenzione dell'ingegnere inglese Guglielmo Murdoch. Questi s'accinse alla distillazione del gas dal combustibile, e riuscì a ottenerlo. Nel 1798, lo stabilimento principale di Watt a Soho presso Birmingham, fu da lui illuminato col gas, come aveva fatto nel 1792 nella sua casa di Redruth in Cornovaglia, e nel 1797 nella sua fattoria di Cunnock nell'Ayrshire. Un gas però sempre molto impuro.

Chi ebbe la fortuna d'approdare co' suoi sforzi a un buon risultato fu un tedesco di Znein in Moravia, Winzler, che prese poi il nome inglese di Winsor, uomo d'acuto ingegno, attivo, instancabile, audace fino all'impudenza.

Winsor trovò a Londra, dove si recò, l'impresa compromessa dai tentativi precedenti. L'uso del gas veniva da tutti giudicato pericoloso, e perchè richiedeva nelle città l'impianto d'officine per produrlo, con reti di condotti sotterranei in ogni direzione, che lo distri-

buissero anche nelle abitazioni, ciò che avrebbe potuto facilmente cagionare scoppi e incendi; e perchè spandeva cattivo odore, intaccava i metalli, svolgeva bruciando acidi venefici. Tutt'altri si sarebbe scoraggiato davanti a così formidabile ostilità determinata sopra tutto dagl'industriali che traevano i loro guadagni da altri sistemi d'illuminazione; ma Winsor non si perdette d'animo, confutò le ragioni degli avversarî, e lanciò il programma di una « Compagnia nazionale per la luce e il calore », promettendo per ogni azione di 100 franchi un reddito di 12450. La sua ciarlataneria impudente toccò il colmo. Egli non si peritò di proclamare che il gas ha odore gradevolissimo, e che invece di temerne le fughe, i consumatori finirebbero col forare i tubi, per aspirarlo a loro talento e goderne l'amabile odore. Aggiunse di più che è un ottimo farmaco, ricco di proprietà sedative delle irritazioni di petto, al punto che i medici sperimentati raccomandavano alle persone affette da malattie polmonari di riempirne delle vesciche, e di tenerle sotto il capezzale, perchè trasudando lentamente dall'involucro, si spargesse nell'aria che respiravano. Forse fu ciarlataneria necessaria a diffondere la nuova scoperta, fieramente combattuta. Infine, tanto fece che raggiunse l'intento, e la compagnia fu fondata. L'adozione dell'illuminazione a gas è dovuta a lui. Nel 1823, la sua compagnia aveva messo in opera più di 200 chilometri di tubi conduttori sotto il lastricato delle vie di Londra. — Nel 1815 volle introdurre in Francia l'illuminazione a gas, e si recò a Parigi, ma fu costretto a sostenere una lotta formidabile contro quanti vedevano i loro interessi minacciati dalla nuova scoperta. Da quella lotta uscì rovinato.

Luigi XVIII, salito sul trono, si persuase della superiorità dell'illuminazione a gas in confronto di tutti gli altri sistemi usati fino allora, e così quattr'anni dopo, nel 1819, quattro fiamme a gas illuminavano per la prima volta la piazza del Carrosello, eclissando quasi interamente la luce fosca e rossiccia dei circostanti lampioni a olio. Bastò il confronto ad assicurare la vittoria del gas, che dopo essere stato adottato dal comune per i

luoghi pubblici, entrò rapidamente anche nelle abitazioni.

Invece in Italia, il gas era adottato fin dal 1818, e verso il 1850 illuminava tutte le sue principali città. Chi volesse spingere le ricerche fino al 1600, troverebbe che Giambattista Porta, già ricordato a proposito del vapore, annunziava una sua *lampada filosofica*, e tutto induce a credere che si trattasse d'idrogeno misto a carbonio. Nel qual caso, giustizia vorrebbe che lo si riconoscesse fra i precursori.

3. — Il gas, in ogni modo, non ha l'antichità d'altre scoperte. I popoli primitivi senza dubbio videro nei luoghi paludosi o dove si trovavano materie in putrefazione ciò che noi pure vediamo in luoghi simili e nei cimiteri: levarsi delle fiammelle dal suolo ed errare qua e là vagabonde, o inseguire chi si dia alla fuga, perchè trasportate dalla corrente d'aria che si determina. Videro, ma quelle fiammelle inspirarono in essi lo spavento, null'altro, come l'inspirano pur sempre nelle persone ignoranti, le quali non sospettano che si tratti d'un fenomeno comune e naturale, cagionato dal combinarsi dell'idrogeno e del fosforo, entrambi infiammabili in contatto dell'aria, che si svolge dalla decomposizione di sostanze vegetali e animali.

Col fosforo, infatti, noi fabbrichiamo i nostri fiammiferi, che s'accendono solo che vengano sfregati contro qualche corpo duro. Fiammiferi: portatori di fiamma. Non più, come gli uomini primitivi e come i selvaggi, noi abbiam bisogno di cercare un tizzone acceso per procurarci il fuoco, di sfregar lungamente due bastoni, o un pezzo d'acciaio su la pietra focaia. Quante fiammelle, che dureranno qualche secondo o qualche minuto, secondo che i fiammiferi son di legno o di cera, in una breve scatolina! La pasta delle capocchie è composta di fosforo, di nitrato o clorato di potassa e di gomma colorata in rosso col minio o in turchino con l'indaco. È il fosforo che, strofinando il fiammifero, s'accende e comunica la combustione alle altre materie. Non confondete con gli zolfanelli, che sono stecchi di legno con

la capocchia composta di fior di zolfo, clorato di potassa, licopodio, impastato con gomma, acido solforico. I canapuli, con una delle estremità imbevuta di zolfo, servono a ravvivar la fiamma sui grandi focolari patriarcali e nei fornelli di carbone.

Chi li ha inventati? Chi lo sa? Un poco tutti.

Anche le *fontane ardenti*, molto comuni lungo il nostro Appennino, assai più numerose dovevano essere nelle età primitive, quando la terra era sconvolta da eruzioni vulcaniche e da terremoti. La Campania veniva chiamata dagli antichi popoli italici « campi flegrei », che vale « campi di fuoco ». Or bene, le fontane ardenti sono getti di gas naturale, simile a quello che brucia nei lampioni, nelle lampade e nei fornelli delle nostre case. Quale religioso terrore non ne sentirono gli uomini primitivi, e non primitivi soltanto, che le attribuirono a cause soprannaturali! Noi, al contrario, ce ne siamo giovati. Quei di Bangazzo, un villaggio presso Lama di Mocogno, su l'Appennino modenese, ne alimentano un forno da calce. Quante cose che la superstizione rende temute, non sarebbero invece utili!

Non profittò, l'uomo, per la scoperta del gas, della suggestione esercitata dai fenomeni naturali, anzi i fenomeni naturali non esercitarono su lui alcuna suggestione. Fu necessaria la riflessione assidua della mente matura, per giungervi.

4. — Non così avvenne per gli altri mezzi di illuminazione. La prima sorgente di luce che rischiarò le notti dell'uomo primitivo, quando non pioveva dal cielo la bianca luce della luna, che egli considerò come una benefica divinità, fu il fuoco medesimo al quale si scaldava, o quello delle foreste incendiate dai fulmini, delle fiamme rossastre linguegianti dai crateri dei vulcani. Per allontanarsi nelle tenebre dalla propria dimora, impugnò un tizzone acceso, e con esso rischiarò la via. Non tardò ad accorgersi che certi rami ardevano più a lungo crepitando, con la fiamma alta, e spandendo un acre odore. Naturalmente, li cercò, li prescelse ogni volta, pensò più a illuminare che a riscaldare. Più tardi,

Primo viaggio aerostatico in Italia (13 Marzo 1784).

Primo viaggio aerostatico in Italia (13 Marzo 1784).

come s'avvide che le agglomerazioni di materia viscosa trovate a piè degli alberi donde staccava quei rami, o che gemeva dai tronchi di essi, aveva proprietà infiammabili, ne impregnò stoppa, fibre vegetali secche e ritorte, che accese gli diedero una fiamma rossastra e fumosa, ma durevole, e resistente al vento senza spegnersi. Così ebbe formata la torcia.

Perchè l'illuminazione ha bisogno della fiamma. Occorre che il combustibile emani gas riscaldato. Allora questo diventa luminoso, e si ha la fiamma, che manda luce assai più intensa di quella dei corpi solidi infocati.

Quando incominciò a cuocere i cibi, del grasso caduto sul fuoco arse con fiamma brillante, spandendo odore disgustoso. Ma l'uomo primitivo, se aveva orecchio fine e occhio linceo, non possedeva la squisitezza dei sensi tattili. Anche oggi, i delinquenti, che sono uomini primitivi nati in ritardo, hanno scarsa la sensibilità fisica e nullo il senso morale, perchè questi due dati si corrispondono. Così pur essi, come i primitivi e i selvaggi, usano coprirsi il corpo di strani disegni simbolici con la dolorosa operazione del tatuaggio, e non hanno sentimento di socievolezza e di pietà.

Il grasso degli animali fu un mezzo d'illuminazione, la candela primitiva; ma ce ne volle prima che diventasse candela! Incominciò l'uomo dallo spargerne sulla legna che serviva di combustibile, per ottener fiamma più vivace e più duratura; indi imparò a raccoglierlo in conche di pietra, di terra secca, di terra cotta, impastandolo intorno a un ramo sarmentoso o a materia stopposa, come aveva fatto per comporre la torcia. Più tardi lo fuse nella rozza ciotola, intorno al lucignolo. Più che candela, fu lampada a sego.

Come prese la forma allungata è facile intuire. Versato in un corno di renna, di cervo, di bue, il lucignolo economizzava il grasso, consumandone soltanto la quantità necessaria: ma via via scendeva, mancava l'alimento dell'aria, la fiamma si nascondeva e finiva con lo spegnersi. Allora, forse, fu versato dentro larghe foglie ravvolte in forma di cilindri, intorno alla materia stopposa

che doveva servir di lucignolo. Una volta raffreddato, lo si liberava del fragile involucro, ed ecco la candela allungata, con la fiamma elevata e sempre scoperta. Ma ce ne volle, prima che giungesse allo stato perfetto.

Il primo accenno storico delle candele di sego si ha in Francia, in un'ordinanza del 1061, che riunisce in confraternita i mercanti di esse, a Parigi. Questo significa senz'altro che le candele di sego si cominciarono a fabbricare nel medio evo, e seguirono la candela di cera, assai più antica nella storia, probabilmente perchè non ebbe duopo di forme, e prima che fusa, venne impastata intorno al lucignolo.

La candela di cera apparve, da quanto sembra, coi primi cristiani, e fu usata nelle chiese. Non poteva esser d'uso comune, perchè la sostanza di essa non solo è rara, ma presuppone l'allevamento e lo sfruttamento delle api. Si fa bensì menzione di candelabri usati in Egitto quindici secoli prima dell'era volgare, per i templi e per i sacrifizi; e Plinio parla di candelabri e di candele a proposito di luminarie e di funerali in Roma antica; ma sembra non fossero che torce, formate con la parte midollare di giunchi e di canne palustri, imbevuta o spalmata di sostanze resinose. Infatti, non si accenna mai a grasso o a cera. È ricordata, invece, nella storia una luminaria fatta a Costantinopoli, ai tempi dell'imperatore Costantino, con candele di cera.

Checchè ne sia di tutto questo, la candela di cera fu riservata all'uso delle chiese, e però ebbe carattere sacro. La materia della quale viene composta dev'essere purissima. A Parigi, un'altra ordinanza del 1313 vietava di mescolare sego alla cera, per la fabbricazione delle candele da chiesa: donde l'induzione che la cera venisse mescolata al sego per gli usi casalinghi, e che gli speculatori invertissero il sistema per gli usi religiosi.

La candela di sego fuso e purificato con acido solforico, poi colato in forme cilindriche, nelle quali fu già teso un lucignolo di cotone, che raffreddandosi diventa solida e pronta all'uso, è di tempi relativamente recenti

Nel 1813, il chimico francese Braconnot, scomponendo grassi animali e olî, trovò che essi contengono acido stearico, acido oleico, margarina. La parola stearico deriva da *stear*, che vuol dir semplicemente sego, e l'acido stearico, o stearina, è appunto la sostanza concretata del sego, liberata dall'acido oleico. La stearina è solida, bianca, e non fonde alla temperatura ordinaria. Si ottiene la stearina decomponendo il sego con la calce: indi riscaldando a vapore il miscuglio d'oleato e di stearato di calce che se ne ottiene. Si versa poi in questo miscuglio dell'acido solforico, e se ne separa la stearina.

Lo stesso Braconnot, associatosi con un altro chimico, prese a fabbricare con la stearina candele, senza grande fortuna. Il chimico de Milly, nel 1831, fondò a Parigi la prima fabbrica di candele steariche, e nel medesimo anno sorse a Berna quella delle candele di Mira, così fine e così ricercate. De Cambacérès scoprì il modo di togliere al lucignolo la moccolaia, cosa che si ottiene in modo assai semplice, formandolo con cotone intrecciato, che contiene una piccola quantità d'acido borico. Così, a mano a mano la candela consuma, il lucignolo si ritorce fuori della fiamma, e si volatilizza o cade.

Ma l'illuminazione rimasta nella poesia come un ricordo suggestivo, è quella a olio, che incominciò con la civiltà stessa. La leggenda favoleggia di Mercurio egizio, che 6333 anni avanti Cristo piantò per il primo l'olivo e ne cavò l'olio. I greci attribuirono la scoperta dell'olio ad Aristeo, figlio d'Apollo e di Cirene. La piccola e rozza lampadina di terra cotta e di ferro accolse il liquido sacro col quale venivano unti i re, col lucignolo sporgente dal beccuccio. È la stessa lampada, quella di terra cotta, che serve ancora per le luminarie di campagna, o che arde nelle icone davanti alle immagini.

È la stessa lampada che fu collocata nei sepolcri antichissimi, perchè mettesse un debole raggio di luce nelle tenebre della morte.

È la stessa lampada, di ferro o di latta, col manico

ricurvo, e un'asticella articolata alla sommità di esso, per renderla portatile, che si vede tuttavia nelle rustiche abitazioni rurali, e che serve per discendere nelle cantine. Accanto a questa lampada appesa alla parete, la madre d'altri tempi vegliò le notti a preparare o a rammendare le vesticciole de' suoi bimbi. Questa lampada rischiarò, durante la notte, la stanza dov'era un malato, un dormente pauroso del buio, agitato da sospetti, da terrori, da rimorsi. Poi venne la lucerna d'ottone, scorrevole sopra un perno, dal largo piedistallo e dall'anello alla sommità, che serviva per sollevarla, introducendovi le dita. Venne la lanterna portatile, che spande la luce attraverso i vetri, e impedisce al vento di spegnerla. Vennero i lampioni per le strade pubbliche.

Le lampade a olio si perfezionarono. Un fisico di Ginevra, Argand, nel 1780, ideò una lampada col serbatoio chiuso, contenente l'olio, separata dal becco. A questo l'olio affluiva per un piccolo tubo ricurvo. Il becco aveva il lucignolo circolare di cotone, e il tubo di vetro. Se non che, il serbatoio collocato al di sopra del becco nel quale avveniva la combustione, proiettava una larga ombra davanti a sè.

Nel 1800, Carcel, orologiaio parigino, ideò una lampada meccanica la quale non avesse questo difetto, collocando il serbatoio in basso, e provocando l'ascensione dell'olio in un tubo verticale fino al becco, mediante un congegno d'orologeria che faceva muovere una piccola pompa premente, e che si metteva in tensione per mezzo d'una chiave. Nel 1836, un altro meccanico francese inventò la lampada a *compensatore moderatore*, così chiamata perchè rende uniforme e regolare lo afflusso dell'olio al lucignolo e al becco.

Una grande rivoluzione, industriale ed economica, avvenne col sopraggiungere del petrolio dall'America, nel 1858. Le lampade furono adattate al nuovo liquido combustibile, che sostituì il succo dell'oliva e di altri semi oleosi, e diffuse da esse, nelle abitazioni e per le vie, una luce più intensa. Eppure questa rivoluzione fu insignificante, a petto di quella prodotta dall'introduzione del gas di carbon fossile nell'illuminazione, con

la sua luce pura e brillante. In grazia di esso, la notte potè splendere come il giorno, e le tenebre furono fugate dalle vie della città e dei villaggi, nelle quali un tempo bisognava avventurarsi con grandi precauzioni nelle ore notturne. Gli assassini del povero Lebon, ai Campi Elisi, profittarono del buio per commettere il loro delitto.

5. — Ciò che rese difficile, per non dir penosa, l'adozione del gas illuminante fu la sua impurità. Qui si vuol notare che da tutte le sostanze contenenti carbone e idrogeno, scaldate fortemente, si potrebbe distillar gas, dal legno, dalle resine, dai grassi, dalle torbe, dal carburo di calcio. Il carburo di calcio, infatti, ci dà l'acetilene, un gas di poco costo che illumina con luce chiara, e viene impiegato dove non giunge quello di carbon fossile. Noi vedemmo Lebon trarre gas, nell'ampolla rimasta celebre, dalla segatura di legno. Se vien preferito il carbon fossile, gli è che i suoi residui sono preziosi, e la vendita del coke eguaglia la spesa che fu sostenuta per comprarlo.

Dai sistemi primitivi di distillazione del gas, usati da Lebon, Murdoch, Winsor, a quelli d' oggi, tale è il progresso che non ne regge il confronto, e progresso vuol dire una serie successiva di modificazioni, cioè di scoperte. Messo il minerale dentro storte di ghisa o di terra, queste vengono introdotte nella fornace, ed esposte a un forte calore. Per effetto di esso, il carbon fossile si decompone ne' suoi elementi: catrame, olî empireumatici, sali ammoniacali, idrogeno puro, ammoniaca, idrogeno bicarbonato, idrogeno solforato, acido carbonico. Sono questi che rendono il gas dannoso alla respirazione e poco illuminante: donde la necessità di depurarlo. Si ottiene questo facendo passare tutto il prodotto della decomposizione del carbon fossile nel *bariletto,* che è una cassa di ghisa nella quale fu versata dell'acqua fino a qualche centimetro d'altezza. I sali ammoniacali si dissolvono nell'acqua; il catrame vi si condensa. Dal bariletto, il gas passa nel *depuratore*, dove attraversa fitte reticelle bagnate e cariche di calce pulve-

rulenta, abbandonando l'acido carbonico, il quale, combinato con la calce, forma appunto il carburo di calcio, di cui il caso insegnò a far uso. Gettato su questo residuo della distillazione del carbon fossile un fiammifero acceso, fu veduta levarsi la fiamma. D'allora in poi, fu utilizzato anch'esso nel modo che è stato già detto. Per ogni chilogrammo di carbon fossile si estraggono da 200 a 300 litri di gas, e tubi speciali lo trasportano nel *gasometro*, che è una specie di campana gigantesca rovesciata e immersa in una vasca circolare piena d'acqua, proporzionata alle sue dimensioni. A mano a mano che vi si accumula, naturalmente, spinge in alto la cupola o campana, e siccome questa è graduata, si può dall'esterno misurare la quantità che ne contiene. Il nome *gasometro*, infatti, vuol dire « misuratore del gas ». Una catena, saldata al sommo della campana, scorre su due pulegge. Un peso è attaccato alla sua estremità inferiore. Per tal modo la campana sale e scende facilmente nella vasca, e il gas non è sottoposto a una pressione troppo forte, che produrrebbe delle fughe, e potrebbe fin impedire la sua decomposizione nella storta.

Ma il gasometro è anche serbatoio. Di là il gas viene distribuito per mezzo di grossi tubi di ferro, in condotti sotterranei, per tutte le vie della città, e da essi innumerevoli tubi di ferro che se ne diramano, lo fanno salire ai beccucci dei lampioni, lo distribuiscono dappertutto, negli stabilimenti e nelle abitazioni, dove trova becchi della forma di corone metalliche trapassate per lo più da una ventina di fori, che lasciano passare circa cento cinquanta litri di gas all'ora. Sovr'essi vien collocata la reticella incandescente, che raccoglie la fiamma, la rende più viva, e diminuisce il consumo del combustibile. Ovvero il gas affluisce a piccoli e spessi tubetti, che hanno alla sommità una fessura, dalla quale esce il gas, girando la chiavetta che solleva nell'interno la piccola valvola dalla quale sono chiusi. La fiamma se ne espande allargandosi a ventaglio.

Alle lampade poi d'ogni specie furono aggiunti i riverberi e i riflettori per moltiplicarne la potenza luminosa.

6. — S'è detto che il gas, mescolato all'aria atmosferica, se trova un corpo acceso, esplode con una detonazione formidabile. Esso svolge dunque una forza, e però potè essere applicato alle macchine industriali, invece del vapore. Fin dal secolo decimosettimo, il fisico e astronomo olandese, Cristiano Huyghens, aveva pensato di creare una macchina motrice, facendo esplodere una certa quantità di polvere da cannone sotto un cilindro munito di stantuffo. L'aria contenuta nel cilindro, dilatata dal calore prodotto dalla combustione della polvere, sfuggiva per una piccola valvola fuori del cilindro, e lo stantuffo, per la pressione dell'aria esterna scendeva. Per conseguenza se ne potevano ottenere veri effetti meccanici. Dei pesi attaccati a una catena congiunta con lo stantuffo o a una corda girante nella gola d'una puleggia, ne sarebbero stati inalzati. Se non che, all'atto pratico, la macchina costruita su questo principio non diede i risultati che Huyghens ne attendeva, perchè lo stantuffo era troppo pesante.

Sorse allora l'idea di sostituire alla polvere da cannone il vapore acqueo, e ne seguirono i risultati ottenuti da Dionigi Papin, già narrati, resi perfetti da Newcomen e Watt.

Nel 1806, i tentativi di ottenere dei motori col sistema ideato da Huyghens furono ripresi.

Essi riuscirono, in grazia agli sforzi perseveranti del francese Lenoir, che nel 1860 costruì un motore a gas, al quale diede il suo nome. Esso consiste del solito cilindro con stantuffo. Invece che vapore acqueo fortemente riscaldato, vi si fa entrare un miscuglio d'aria atmosferica e di gas illuminante, che accumulato in quantità sufficiente scoppia per effetto d'una scintilla elettrica la quale scocca automaticamente, e imprime allo stantuffo una grande forza di propulsione. Come vedete, fu necessario il concorso d'un'altra energia, che ancora non abbiamo veduta nascere e svolgersi e della quale c'intratterremo or ora: l'elettricità. — Giunto lo stantuffo all'estremità della sua corsa, le parti del meccanismo di distribuzione s'invertono automaticamente: il gas, invece che nella camera inferiore, entra nella superiore,

scocca una nuova scintilla, e lo stantuffo viene spinto all'indietro. Una camicia d'acqua, nella quale il cilindro è immerso, impedisce che si scaldi troppo per effetto degli scoppi del gas.

Altri motori più perfetti e più economici seguirono quello di Lenoir: ma il suo merito non ne è diminuito. È facile raggiungere la mèta, dopo che la via è stata aperta. Da Huyghens che lancia l'idea, a Lenoir che la attua, a Otto, Simon, Gille, Humbolt, che sono i perfezionatori del motore di Lenoir, è un'ascensione costante. Non si costruiscono ora soltanto grandi motori a gas, capaci di sprigionare una forza non minore di mezzo cavallo di vapore. Bisschopp, Bénier, lanciarono fin dal 1881 i loro piccoli motori a gas per piccole industrie, tipografie, forniture, macchine da cucire, telai, e per usi domestici, da 75, 27, 12, 6 e fin tre chilogrammi di forza.

In tal modo non soltanto la meccanica riceveva un incremento incalcolabile, ma veniva resa possibile una moltiplicazione di beneficî dovunque, in tutte le esplicazioni dell'attività umana. La vettura automobile e la motocicletta corrono veloci su le lunghe strade, in virtù di un motore che fabbrica da sè il gas del quale ha bisogno.

LA BACCHETTA MAGICA, E ROCCIA FATATA

1. Fra leggende e tradizioni. — 2. Il bastone del pastore Magnete. — 3. L'anatra portentosa. — 4. La macchina elettrica. — 5. Il parafulmine. — 6. La pila. — 7. Il telegrafo. — 8. Altre applicazioni e l'avvenire dell'elettricità.

1. — Il fuoco del cielo esercitò certo grande potenza su la fantasia umana, e vi suscitò l'idea del soprannaturale. I greci, già civili, videro nel fulmine un castigo della divinità. Fabbricava i fulmini Vulcano nella sua officina, e Giove li scagliava su la terra. Questa credenza discese dall'uomo primitivo. Le frecce di pietra e di bronzo che lo ferivano, forse non erano lanciate dalla mano d'un nemico? Era dunque un nemico invisibile e potente quegli che lanciava dal cielo pietre infocate, i bolidi, o lanciava il fuoco a incendiar le foreste. Fu detto che l'uomo primitivo, per analogia, concepisse la divinità a sua somiglianza! Lo stesso è del selvaggio, come del cane che morde il sasso da cui fu percosso, attribuendogli una volontà, e del bambino che cessa di piangere se vede battere il mobile contro il quale ha urtato, facendosi del male.

Non è pertanto da cercare qualche notizia su l'elettricità fra le popolazioni primitive. Ma è proprio vero che nessun indizio se ne trovi nell'antichità? Vediamo un poco. La leggenda che fa di Prometeo il rapitore del fuoco celeste non si riferirebbe a un uomo dotato del

potere di far scendere il fuoco dal cielo? Questo potere aveva, secondo un'antica tradizione della Persia, Zoroastro. Stando a Ovidio, Numa Pompilio avrebbe appreso dai sacerdoti etruschi il segreto d'attirare il fulmine. Poco importa che Numa Pompilio non sia esistito. Esso è pur la personificazione storica della gente sabina. Parimenti, la tradizione assicura che i sacerdoti etruschi erano maestri nell'arte fulguratoria, e che Porsenna, a Volsizio, dirigendo la scarica elettrica d'una nube con un conduttore, ne fulminò un mostro, che portava lo stesso nome di colui che nei tempi moderni riuscì a imprigionare l'elettricità : Volta. — V'ha chi afferma che la stessa parola elettricità derivi dal nome della ninfa etrusca Elettra, e non dalla parola greca *electron*, che significa ambra gialla. Ctesia, storico greco del V secolo a. C. e medico d'Artaserte Mnemone, in una sua opera su l'India narra che gli antichi abitatori di quel paese deviavano con « un certo ferro » il cammino del fuoco celeste. I templi, specialmente quello d'Apollo, sorgevano nel mezzo d'un boschetto di piante d'alloro, perchè queste ne lo difendessero durante i temporali. — V'ha di più : i chinesi, da quanto narra lo stesso Ctesia, conoscevano da tempo immemorabile l'arte di proteggere dal fulmine i loro fabbricati. Essi vi drizzavano delle aste collegate al suolo per via di catene. I parafulmini erano già stati dunque scoperti. E a proposito di parafulmini, lo storico Giuseppe Flavio, altra volta citato, parla di picche acute e dorate che si ergevano sul tetto, pur esso dorato, del tempio di Salomone, « perchè gli uccelli non lo sporcassero » : al che, Michaëli, orientalista e teologo tedesco del secolo decimottavo, oppone che certo quelle picche erano veri e proprî parafulmini.

Dagli Etruschi, dagl'Indiani, dai Chinesi, dagli Ebrei, bisogna scendere fino all'anno 600 a. C. per trovare qualche accenno su l'elettricità. — Uno dei sette sapienti della Grecia, Talete di Mileto, possedeva un bastoncino prezioso, il quale aveva « un'anima », e strofinato attirava a sè, come per un soffio, i corpi leggeri. La bacchetta era d'ambra gialla, sostanza della quale conoscevano le virtù anche i Romani. Plinio infatti parla di

corpi leggeri, che vengono attratti dall'ambra e dal giavazzo.

Vero è che tutto ciò non ci dice nulla intorno alla scoperta dell'elettricità e alle sue applicazioni agli usi della vita.

2. — Andava un giovine pastore della Lidia, nell'Asia Minore, chiamato Magnete, per il declivio di una montagna, conducendo al pascolo il suo gregge. V'è chi invidia la vita dei pastori, sempre all'aperto, dove si respira aria aperta e olezzante di freschezza, e altra cura non hanno che quella del gregge, delle sue lane. del suo latte. Col flauto e con la zampogna, riempiono d'armonia i poggi e le valli, e niente vale quanto la loro pace. Andava, Magnete, e inerpicandosi, puntava la punta del bastone ferrato sul suolo, quando a un tratto, giunto sopra un masso di pietre nerastre, provò un'insolita difficoltà nel sollevare il piede e nello staccare il bastone. Quella pietra era calamita, e le scarpe v'aderivano perchè erano ferrate come la punta del bastone.

Ora non è il caso di ricercare se le une vi lasciarono i chiodi e l'altro la punta. È cosa che poco preme, tanto più che indubbiamente si tratta d'una favola, e se la calamita prese il nome di *magnete*, gli è che il luogo dove fu scoperta è appunto la Lidia, nei dintorni della città di Magnesia, dove si trovava in abbondanza. La favola però dimostra che la calamita era conosciuta da tempi così remoti che la storia non vi giunge, assai prima di Talete che parla della sua mirabile proprietà, e conosceva la leggenda del pastore, perchè Mileto, dov'era nato, è appunto nell'Asia Minore.

In ogni modo, senza saperlo, Talete associava i due elementi, che dovevano pur essi associarsi per produrre le più grandi maraviglie che abbiano trasformata la vita moderna, e dai quali forse altrettante ne deriveranno nell'avvenire.

Ecco un pezzo di calamita a ferro di cavallo: un balocco assai caro ai ragazzi. La getto sopra un mucchietto di limatura di ferro, e questa forma a ciascuna estremità di essa un ciuffo curioso, con l'aderire gli uni

agli altri dei piccoli frammenti di ferro. E se la limatura di ferro fosse mescolata ad altra di sostanza diversa, legno, carbone, e che so io, la calamita basterebbe a sceglierla, perchè alle estremità di essa quella di ferro soltanto aderirebbe tutta. Il resto rimarrebbe nel mucchio. La calamita non attira che il ferro, e non esercita la sua potenza che alle due estremità.

Ma per intendere quel che segue, conviene por mente a qualche altro fatto. — La nostra calamita a ferro di cavallo è artificiale. Non occorre avvertire che è calamita naturale quella che si trova nel seno della terra, come la calamita alla quale avrebbero aderito, se la favola fosse storia, i chiodi delle scarpe e la punta ferrea del bastone di quel tal pastore della Lidia. La calamita artificiale si forma strofinando l'estremità d'una calamita naturale sopra una verga d'acciaio, sempre per un verso, non ritornando mai indietro, ma ricominciando sempre dallo stesso punto, altrimenti la magnetizzazione si distruggerebbe.

Chi di voi possiede, o ha posseduto una calamita artificiale non può non aver notato due fatti. Il primo, che se con essa viene strofinato per esempio un pennino, questo diventa a sua volta una calamita, e conserva a lungo la proprietà d'attrarre. Dunque una calamita naturale ne può formare altre. Il secondo, che se prendete un martelletto e rompete la calamita in più pezzi, ciascuno di essi ha, come la calamita intera, la medesima proprietà d'attrarre con le sue estremità. — Tenete a mente, se già non lo sapete, che le due estremità d'una calamita si chiamano poli. Avete anche osservato che la limatura di ferro oltre al formare i due fiocchetti ai poli, s'attacca pure vicino ad essi, ma v'è un tratto intermedio al quale non s'attacca punto, e questo vien detto dai fisici linea neutra.

Ancora, se sospendete al filo assicurato a qualche sostegno una laminetta d'acciaio calamitato, a foggia di losanga, vale a dire un *ago* magnetico, vedrete che a poco a poco si orienta: uno de' suoi poli, cioè, si volge verso il nord, l'altro verso il sud. Se ordinate in fila più sostegni, ciascuno dei quali porti un ago magnetico so-

speso al suo filo, vedrete che s'orienteranno tutti a un modo, con un polo a nord e uno a sud, disponendosi così parallelamente l'uno all'altro. Ciascuno dei due poli ha dunque uno stato magnetico proprio: e però chiamiamo polo nord quello che si volge a nord, e polo sud quello che si volge a sud. Gli stati magnetici corrispondenti sono contrarî fra essi.

3. — Un uomo che spinge davanti a sè un piccolo carretto viene a fermarsi col suo veicolo in un crocicchio, e tosto gli si fa intorno una schiera di ragazzi che escono di scuola. Perchè? — Si capisce, i ragazzi son curiosi; ma aggiungete che l'uomo s'è messo a gridare: — « Venite a vedere l'anatra miracolosa! » — Capirete, è come invitar la lepre a correre.

L'anatra che l'uomo porta a spasso in un ampio catino di porcellana quasi pieno d'acqua, è veramente miracolosa, benchè si tratti d'un'anatra di legno, che galleggia e nuota, senza distender le zampe palmate... per la semplice ragione che non le ha. Il suo padrone stende verso il becco di lei, senza toccarlo, una bacchettina, ordinandole: — « Presto, da questa parte! » e l'anatra ubbidisce, segue la bacchettina che fa il giro del catino, e torna al punto donde s'era mossa. — Ora le ordina: — « Animo, tornate indietro! » e l'anatra s'allontana. retrocedendo senza voltarsi. — I ragazzi ne sono sbalorditi, e finito il gioco se ne vanno discutendo animatamente fra loro. Chi ne dice una, chi un'altra. Dopo molto discutere, uno di essi nota:

— Nessuno di voi, però, s'è accorto d'una cosa.

— Quale?

— Che quell'uomo, per far tornare indietro l'anatra, ha voltato la bacchettina dall'altra estremità, e che ne teneva sempre la punta a poca distanza dal becco.

Ecco, il *busillis* sta proprio qui: nel voltar la bacchettina dall'altra parte e nel tenerla a poca distanza dal becco. — Spieghiamo, eh?

Dei due poli della calamita, s'è detto, ciascuno ha il proprio stato magnetico contrario a quello dell'altro.

I poli nord vengono chiamati *poli dello stesso nome;* quelli sud, *poli di nome contrario.* Ora, se avvicinate fra loro i poli dello stesso nome, vedrete che si respingono; se avvicinate un polo dello stesso nome a uno di nome contrario, s'attraggono. La macchiavellica dell'uomo dall'anatra miracolosa sta tutta qui: nel becco dell'anatra c'è un ago calamitato; la bacchettina magica della quale il ciarlatano si serve per far avanzare o indietreggiare il palmipede... di legno, è una calamita. Vuole che s'avvicini? Le presenta il polo di nome contrario. Vuole che s'allontani? Le presenta il polo dello stesso nome.

Un'altra avvertenza e basterà, per ora, della calamita. Polo nord, polo sud, è vero? Ma, badate, non proprio esattamente un polo dell'ago magnetico si dirige al nord, e l'altro al sud. Esso devia dalla linea nord-sud, e questo deviamento ha il nome di *declinazione magnetica.* Non dappertutto, però, la sua declinazione è la stessa. In Italia, la punta nord è rivolta un poco verso l'ovest, e per conseguenza, quella sud verso est. In altri punti della terra, troveremmo il contrario, e in qualcuno vedremmo l'ago seguir esattamente una linea tirata da nord a sud. Cristoforo Colombo fece questa scoperta, che ha la sua importanza nella navigazione, come or ora vedremo, allorchè nel 1492 attraversò l'Atlantico, ignoto fino allora, in cerca di una via per raggiungere il levante da ponente.

Non basta la diversità della declinazione magnetica fra luogo e luogo. Il magnetismo terrestre è in uno stato di continua variazione, e però la declinazione dell'ago, che diventa inclinazione dove lo si tenga in posizione verticale, varia di anno in anno anche nello stesso luogo. A Roma, l'angolo d'inclinazione era nel 1806 di 62 gradi; ora, è di 58 circa. Ogni giorno, l'ago magnetico ha oscillazioni e movimenti di piccola estensione, ma continui. Fin le stagioni v'influiscono. In primavera, il polo nord si sposta verso est: nelle altre stagioni retrocede verso ovest. Aggiungete le perturbazioni improvvise collegate con le eruzioni vulcaniche e coi terremoti, e tenete a mente.

4. — Un dotto antico (sapevano ben poco i dotti di quel tempo!), il quale era anche medico, nell'anno 43 d. C., prescriveva a' suoi malati che soffrivano mal di capo, di mangiare la carne del pesce torpedine, il quale, come tutti sanno, lancia scariche d'elettricità. Non è da credere ch'egli conoscesse la natura di quelle scariche, perchè Francesco Redi fu il primo a studiarle scientificamente, la bellezza di più che mille e seicento anni dopo, e precisamente nel 1670, e non ne concluse niente, tanto che fu conosciuta soltanto verso il 1784, in grazia degli studî fatti su l'argomento dallo scienziato americano Bancroft. È da credere che un'osservazione dovuta al caso suggerisse a quel dotto, che si chiamava Scribonio Largo Designaziano, la strana prescrizione.

Gli antichi greci credevano che il potere d'attrarre i piccoli corpi leggeri, come pagliuzze, minuzzoli di piume, fosse dell'ambra soltanto; ma ecco nel 1590 il dottor Gilbert di Colchester, medico della regina Elisabetta, che avendo strofinato con un pezzo di lana il bastoncino di vetro, del quale si serviva nelle sue esperienze, per ripulirlo, posatolo sul tavolino, accanto ad alcuni pezzetti di carta, osservò con sua grande sorpresa che li attraeva. Sono spesso le piccole osservazioni, che concatenandosi, guidano alla scoperta dei grandi fatti. Gilbert volle sperimentare altre sostanze, e finì con l'accertare che anche il vetro, lo zolfo, la gomma lacca, le resine solide, il diamante, e molte pietre dure, hanno la medesima proprietà dell'ambra, proprietà che si esplica tanto meglio, quanto l'aria è più secca.

Gli studî su l'elettricità s'iniziavano. Renato Cartesio, grande scienziato e filosofo francese, nel 1630, dava una sua spiegazione del fulmine, che attribuiva alla caduta d'una nube dalle regioni più alte dell'atmosfera sopra un'altra più bassa. Compressa l'aria interposta fra le due nubi, l'effetto era un grande sviluppo di calore, donde il lampo e il tuono. — Diciassette anni dopo, nel 1647, la scoperta di Gilbert guidava il fisico tedesco Ottone di Guericke, borgomastro di Magdeburgo, in una prima applicazione. Egli componeva la macchina elettrica, alla quale fu dato il suo nome, con una grossa sfera

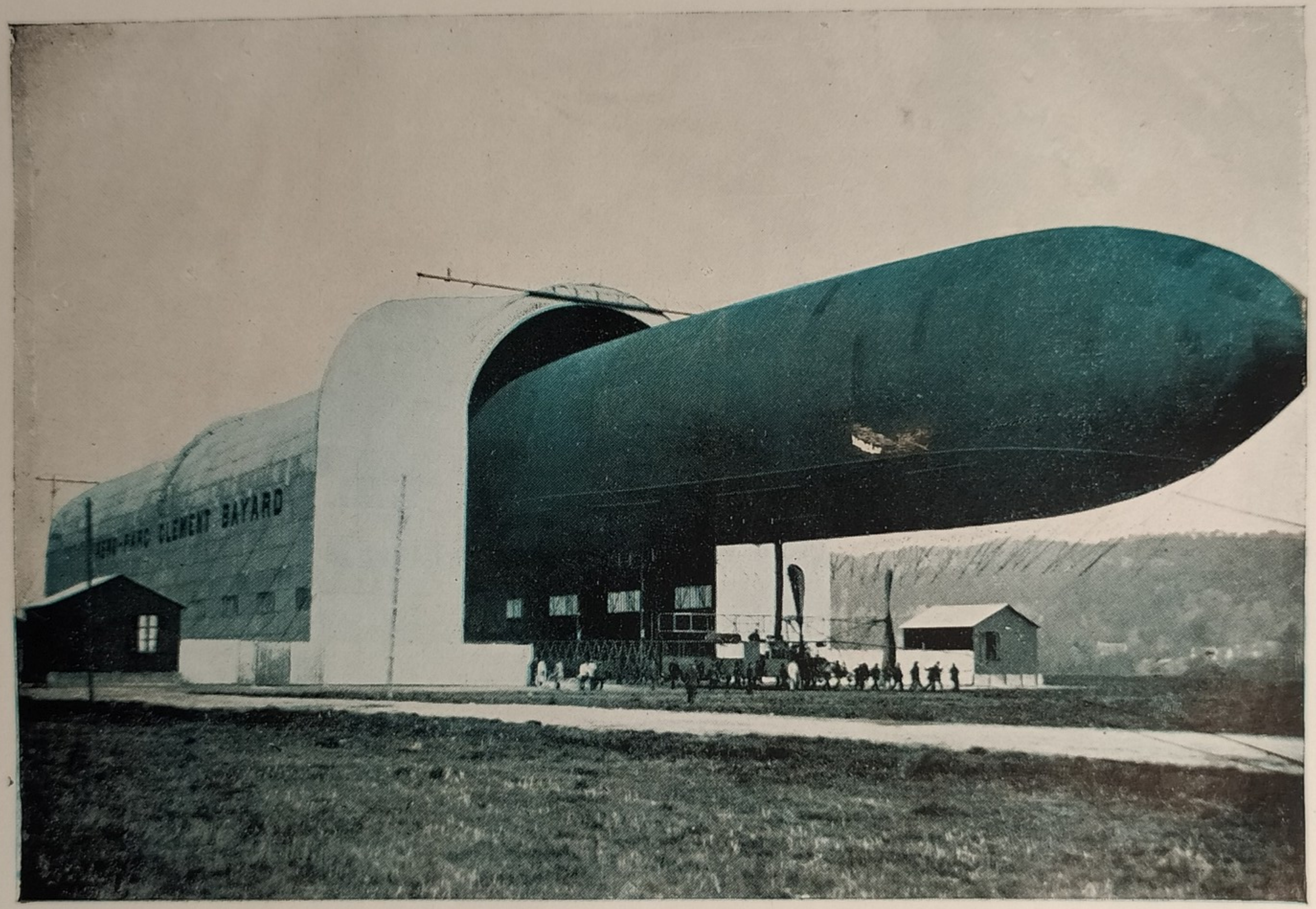
di zolfo, attraversata da un perno di ferro, che faceva rapidamente girare su due sostegni mediante una manovella, mentre lo stropicciava con un pezzo di panno-lano. Così la sfera di zolfo s'elettrizzava. Allora, avvicinandovi a più riprese la punta del dito, ne scoccavano scintille. Sperimentò pure, che i corpi leggeri n'erano, sì, attratti, ma non appena toccavano la sua superficie, ne venivano respinti, perchè l'attrazione si trasformava in repulsione.

Dato l'impulso alle osservazioni, esse continuarono moltiplicandosi. Gli studî fisici erano in onore. A Firenze, la celebre Accademia del Cimento, che aveva per motto « Provando e riprovando », li favoriva. Isacco Newton scopriva nel 1667 la legge della gravitazione universale, già preconizzata da Dante, collocando nel centro della terra, il punto

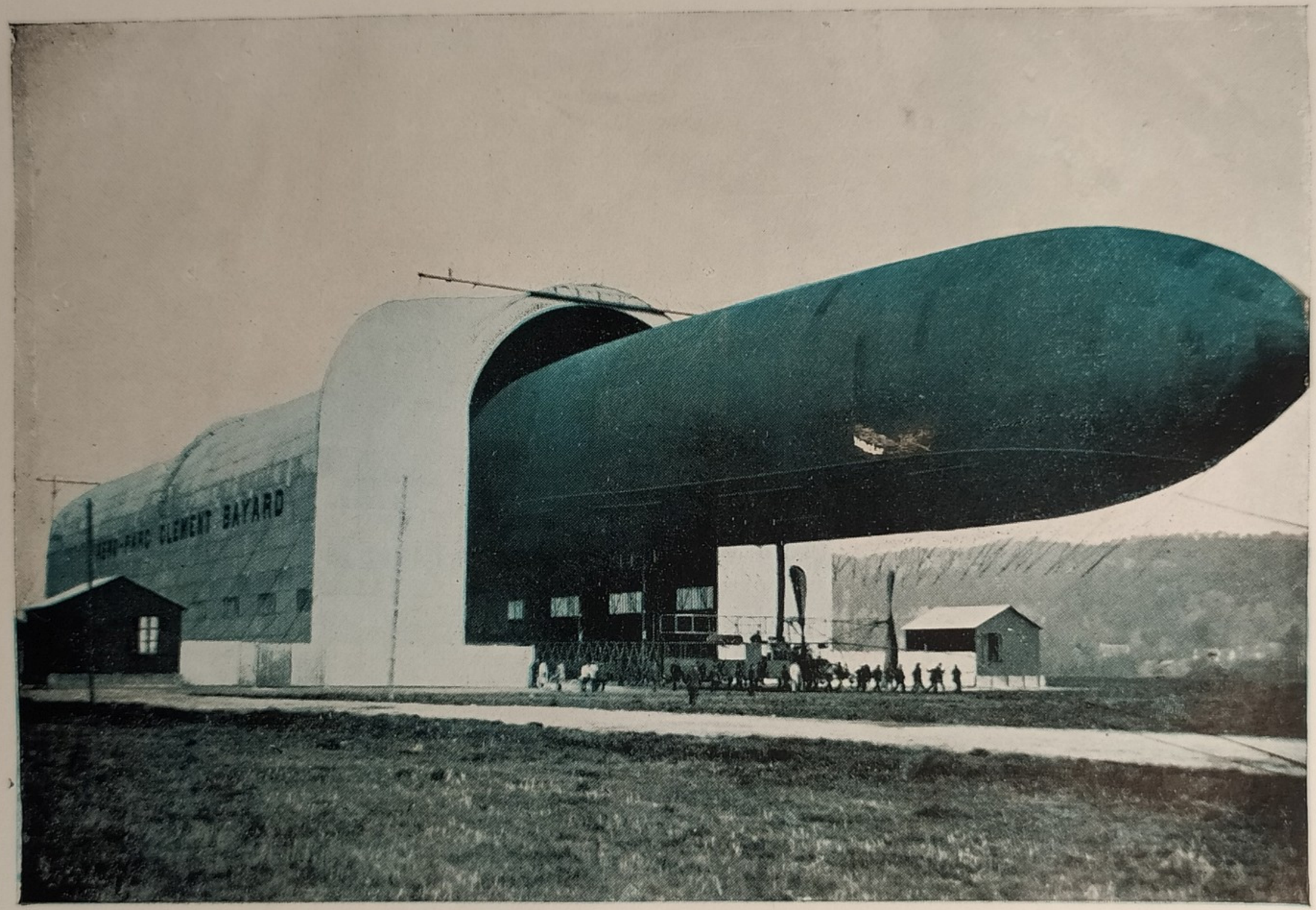
A cui si volgon d'ogni parte i pesi,

e da Galileo.

In quell'anno medesimo, l'accademia del Cimento estendeva l' elenco dei corpi elettrizzabili. Nel 1700, Boerhaave, celebre fisico e medico olandese, riprendeva le sue ricerche su le cause del fulmine e del tuono, modificando la teoria di Cartesio. Secondo lui, piccole masse d'acqua congelate in seno alle nubi condensavano i raggi solari e li concentravano in un punto unico, dove avveniva un inalzamento straordinario di temperatura. Siccome dalla terra esalavano di continuo materie infiammabili solforose, gassose, oleose, quando una massa di queste materie raggiungeva le regioni dove la temperatura s'era innalzata, avveniva lo scoppio. Egli l'allontanò in tal modo, anche più di Cartesio, dall'elettricità. Ma chi ve lo ricondusse fu nel 1708 il fisico inglese Wall. Il fenomeno della scintilla elettrica ottenuta da Ottone di Guericke strofinando il suo globo di zolfo, aveva attirata la sua attenzione. Egli concluse, apponendosi al vero, che quella scintilla e il suo scoppiettìo dovevano essere simili al lampo e al tuono. Fu uno sprazzo di luce, lanciato dal genio divinatore. Infatti,



Dirigibile "Bayard"



Dirigibile "Bayard"

nel 1735, il fisico inglese Grey n'ebbe la certezza e riaffermò la scoperta di Wall, riconoscendo l'analogia del lampo e della scintilla, e concludendo che il fulmine era una scarica di luce elettrica.

Voi vedete: la collaborazione alla scoperta definitiva viene da ogni parte: italiani, francesi, tedeschi, inglesi, americani. Il pensiero umano e la scienza non hanno parte: le scoperte sono impersonali, e appartengono all' « uomo ». Quegli che le fa ne ha il merito, e qualche volta il maggior vantaggio; ma esse rappresentano l'integrazione degli sforzi d'un'infinità di persone, moltissime delle quali ignote.

Ma Grey aveva già fatta, fin dal 1729, nel campo dell'elettricità, un'altra scoperta capitale, insieme con Wehler: che v'erano dei corpi i quali la trasmettevano e ve n'erano di quelli che non la trasmettevano: cattivi *conduttori* i primi (il vetro, la resina, lo zolfo, il diamante, gli olî); buoni *conduttori* i secondi (i metalli, i liquori acidi e alcalini, l'acqua, il corpo degli animali). Il naturalista e fisico inglese andò più in là, e per opera di lui le leggi cardinali dell'elettricità furono stabilite. Egli scoprì nel 1733 che v'erano due elettricità distinte e diverse l'una dall'altra (qui non vi sfuggano dalla mente gli *stati magnetici* opposti, nei poli della calamita), la *vitrea* e la *resinosa*. Ciascuna di esse respinge ogni corpo che sviluppi elettricità dello stesso nome, attira i corpi che sviluppano elettricità del nome contrario. I fisici poi chiamarono *positiva* l'elettricità vitrea, e *negativa* quella resinosa. Notate, le due elettricità corrispondono ai due stati magnetici. Non vedete in essi due aspetti del medesimo fenomeno?

Intanto Boze, fisico tedesco, aveva sostituito nella macchina elettrica di Ottone di Guerike un globo di vetro vuoto a quello di zolfo. Lo si strofinava con la mano bene asciutta, svolgendone elettricità che si accumulava e si conservava in un conduttore di latta, dal quale pendeva una catenella metallica che toccava il vetro. Un uomo in piedi sopra un disco di resina lo reggeva in mano, dando campo al fisico d'eseguire le sue esperienze finchè l'elettricità accumulata durava. L'uomo fu poi so-

stituito da cordoncini di seta sospesi, che lo sostenevano e lo mantenevano isolato. Ormai le modificazioni perfezionatrici si seguirono senza interruzione. Il tedesco Winkler sostituì nel 1740, applicando alla macchina elettrica un cuscinetto di crini, mantenuto aderente alla superfice del vetro, in guisa che lo strofinasse, invece della mano. Più tardi, al globo di vetro fu sostituito un cilindro della medesima sostanza; ma non andò molto, e l'inglese Ramsden tolse alla macchina elettrica il cilindro, mettendovi invece un disco, applicandovi lateralmente un anello schiacciato, munito di molte punte che ne toccano successivamente la superfice, e le sottraggono l'elettricità via via si produce, per accumularla sui conduttori, formati da due cilindri d'ottone, sostenuti da quattro colonnette di vetro, arrotondati alle estremità, congiunte fra loro da un altro cilindro metallico più sottile. Una catenella metallica stabilisce una continua comunicazione elettrica fra i cuscinetti e il pavimento, e però col suolo.

All'estremità d'uno dei conduttori è collocato un congegno, chiamato *elettrometro* (misuratore dell'elettricità) *a quadrante*, composto d'un'asta metallica, d'un pendolino e d'un semicerchio d'avorio graduato. Dalla divergenza maggiore o minore del pendolino si giudica la carica dei conduttori.

Il disco ruota, e strofinato dai cuscini, si carica d'elettricità positiva. Intanto i cuscini si caricano pur essi d'elettricità negativa, che per la catenella va a disperdersi nel suolo. L'elettricità positiva passa dal disco di vetro ai conduttori, mentre la negativa è attratta nei pèttini. Le loro punte però lasciano sfuggire l'elettricità, che ne esce in fiocchetti, per ricombinarsi con quella positiva del disco, il quale viene così a ritrovarsi nello stato naturale, pronto a produrre nuova elettricità. Il fluido positivo rimane accumulato nei conduttori.

Chi appenda a uno di essi, mediante una catenella metallica, un disco orizzontale parimenti di metallo, e sotto, a poca distanza, ne collochi un altro simile, in comunicazione conduttrice col suolo sul quale abbia messi dei pupi di carta ritagliata, vede questi drizzarsi,

ballare, andare in giro tra i due piatti, come se fossero vivi; e non c'è bisogno, dopo quanto s'è detto, di spiegare come tutto questo avvenga. — Chi avvicini la punta del dito, mentre il disco gira, a uno dei conduttori, vede scoccare una bella scintilla, accompagnata da un piccolo scoppio, che dà al dito il senso d'una puntura. Se la macchina ha molta forza, la puntura riesce molto dolorosa. Ogni corpo conduttore, elettrizzato e isolato, manda scintille. Basta che una persona salga sopra uno sgabello il quale abbia i piedi di vetro, e tocchi il conduttore mentre il disco gira. Siccome il vetro è cattivo conduttore, i piedi dello sgabello impediscono all'elettricità di sperdersi nel suolo, sicchè rimane accumulata nel corpo della persona da essi isolata. Avvicinando il dito alle sue vesti, alla sua mano, a qualsiasi punto di essa, ne usciranno scintille scoppiettanti, e se i suoi capelli non sono molto lunghi, si drizzeranno. Al buio, si vedrebbero sovr'essi dei fiocchetti di luce. Tenete a mente anche questo: il vetro e gli altri corpi cattivi conduttori sono *isolanti*.

Per ora concludiamo: con la macchina elettrica di Ramsden perfezionata, l'elettricità entrava nella fase delle applicazioni pratiche e produttive.

5. — La prima creazione utile, dovuta all'elettricità, fu il parafulmine. Accertato che la scintilla elettrica e il fulmine erano la stessa cosa, la scintilla elettrica, cioè, un fulmine in piccolo, e il fulmine una scintilla elettrica in grande, si poteva dominar l'uno, come veniva dominata e guidata l'altra. Qui appare Beniamino Franklin, uomo prodigioso, veramente poliedrico: sociologo, economista, politico, moralista, scienziato. Nel 1746, trovandosi a Boston, ebbe occasione d'assistere a certi esperimenti d'elettricità che lo colpirono, e lo fecero innamorare di quelle ricreazioni. Fra parentesi, le ricreazioni degli uomini grandi finiscono per diventare studî serî, e così avvenne a Beniamino Franklin dell'elettricità.

Infatti, il risultato di esse... o di essi, fu una memoria pubblicata nel 1749, nella quale stabiliva cinque capisaldi fondamentali: — 1°. Che nei corpi sferici, si

trova la stessa quantità d'elettricità su tutti i punti della sua superfice, ma che su quelli che hanno forma ovale si trova specialmente alle due estremità; e se l'uovo s'allunga a punta da un'estremità sola, si concentra tutta su questa, a segno che ne sfugge, non potendo il corpo su cui si trova conservarla. Un corpo acuminato, si scarica; — 2°. che i lampi sono ondeggianti e a zig-zag, come la scintilla elettrica; — 3°. che il fulmine colpisce a preferenza gli oggetti più alti e terminanti in punta. campanili, alberi a cono, e via dicendo; e per conseguenza, i corpi appuntiti sono più accessibili all'elettricità che quelli più o meno arrotondati; — 4°. che il fulmine è attratto dal miglior conduttore che si trovi più vicino; — 5°. che il fulmine incendia le materie combustibili, fonde i metalli, lacera certi corpi, uccide gli animali, e che precisamente lo stesso avviene per effetto della scintilla elettrica. — Ciò posto, vi formulava quest'ipotesi: che una verga di ferro appuntita e innalzata in aria in luogo elevato, la quale comunicasse con un conduttore metallico in contatto col suolo, potrebbe neutralizzare l'elettricità positiva delle nubi temporalesche, scaricando silenziosamente sovr'essa la negativa che affluisce alla punta dal suolo, come l'elettricità negativa scaturita dai pèttini della macchina elettrica neutralizza quella del disco di vetro. Che se l'elettricità della nube temporalesca fosse molta, e la ricomposizione dei due fluidi avvenisse bruscamente, producendo il fulmine, questo si rovescerebbe su l'asta che ne sopporterebbe tutti gli effetti, e la sua catena condurrebbe l'elettricità a scaricarsi nel pozzo al quale ordinariamente mette capo.

Questa memoria mise il fermento fra gli scienziati d'Europa, e molte esperienze furono intraprese da uomini d'alta intelligenza, fra i quali, in Francia, il naturalista Buffon. Ma Franklin prevenne tutti, accertando con un esperimento semplice quanto conclusivo l'esattezza delle sue affermazioni. In un giorno del giugno 1752, recatosi in campagna nei dintorni di Filadelfia, mentre il cielo s'annuvolava, con un cervo volante, guidato dal solito filo, che voi conoscete benissimo, perchè

Monoplano.

Monoplano.

vi offre ancora uno dei più graditi passatempi, e armato d'una punta metallica, l'innalzò nell'aria. Al capo del filo che teneva in mano, aveva legata una chiave.

L'esperimento non era senza pericolo: il fisico russo Richmann che volle ripeterlo poi, l'anno seguente, ne rimase fulminato.

Le nubi, spinte dal vento, si succedevano; i tuoni rumoreggiavano lontano; ma egli nulla avvertiva che confermasse le sue previsioni. Ben presto però sopraggiunse una scosserella di pioggia, e allora udì un leggero scoppiettìo. Appressato il dito alla chiave, vide sprigionarsene una piccola scintilla: allontanandolo un poco, nuove scintille ne derivarono in forma di strisce luminose, serpeggianti a zig-zag. Era la conferma delle sue ipotesi.

Allora s'accinse a disarmare le nubi temporalesche, inalzando su la sommità degli alti edifizi le grosse aste di ferro, dalla punta acuminata, d'oro o di platino, per preservarla dalla ruggine, allacciate alla sbarra o alla catena metallica, la quale va a profondarsi nel suolo.

Le sbarre conduttrici dei parafulmini, quali vengono oggi costruiti, non hanno meno di 15 millimetri di lato, e con questo spessore il fulmine non può fonderle. Durante i temporali, dalla punta dell'asta sfugge un pennacchio elettrico, visibile talvolta di notte, lungo venti centimetri all'incirca.

Il primo parafulmine fu inalzato da Franklin a Filadelfia su la casa del ricco negoziante Beniamino West, e subito dimostrò la sua provvida potenza. Durante un temporale scoppiato pochi giorni dopo, il fulmine si scaricò su l'asta metallica, ne liquefece la punta, non ancor munita d'oro o di platino, ma la casa rimase illesa. La geniale invenzione di Franklin non poteva avere conferma più solenne. Il parafulmine fu rapidamente adottato anche in tutta Europa.

6. — Aver disarmate le nubi temporalesche era già molto; ma ben altra idea ardita accarezzava il genio umano. Rendere docile e ubbidiente la nuova forza scoperta, e trarne effetti utili per la vita, moltiplicando an-

cora per essa la potenza dell'uomo. — Come generare elettricità, dovunque, in tale quantità da trarne effetti d'utilità pratica?

Nel 1767 il filosofo svizzero Sulzer, in un suo libro, descriveva un'esperienza da lui fatta con tutt'altro intendimento. Messe a contatto una verghetta d'argento e un'altra di piombo, e avvicinatele alla lingua, ne aveva avuta una sensazione di sapore piccante, che non dava nessuno dei due metalli separati. Se ne poteva trarre questa conseguenza: che i due metalli avvicinati da Sulzer alla lingua, avevano subita, per effetto dell'acido contenuto nella saliva una decomposizione chimica, producendo un fatto nuovo a cui era da attribuire la sensazione che egli ne aveva avuta. Dovevano trascorrere trentadue anni prima che questo esperimento desse i suoi frutti. Nel 1799, infatti, il comasco Alessandro Volta, professore nell'università di Pavia, ritrovava in essa il germe originario della pila che porta il suo nome.

Qui si convien sapere che nel 1780, Luigi Galvani, professore dell'Università di Bologna aveva incominciata, per l'intervento del caso, una serie d'esperimenti, che dovevano condurre alla scoperta dell'elettricità *dinamica* o in movimento, mentre fin lì l'oggetto di tutte le ricerche era stata l'elettricità in riposo o *statica*. Condusse anche all'altra scoperta, che nel corpo degli animali esiste una corrente elettrica continua.

Lasciamo raccontare da lui il caso, traducendo il racconto, del resto assai breve, da una sua memoria latina. — Eccolo qui. — « Io sezionavo (il Galvani insegnava Anatomia) una rana, e l'avevo preparata, separando con un colpo di forbici i membri inferiori, che nondimeno rimanevano appesi al tronco per i tendini delle cosce. Poco dopo, distratto da un altro pensiero, la deposi sopra una tavola su la quale si trovava una macchina elettrica. La rana però non era affatto in contatto col conduttore di essa, anzi se ne trovava abbastanza distante. Uno de' miei assistenti avvicinò per caso lo scalpello ai nervi crurali interni di questa rana, toccandoli leggermente. Subito i muscoli inferiori si contrassero violentemente ».

Quale era la causa del fenomeno? Esso era avvenuto mentre la macchina elettrica agiva, e la moglie dello sperimentatore ne faceva sprigionare scintille. È risaputo che in tre modi si possono elettrizzare i corpi: per strofinamento; per contatto, cioè toccandoli con un altro corpo elettrizzato; per influenza, cioè avvicinandoli a un corpo carico d'elettricità. La rana s'elettrizzava per influenza. Quando si sottraeva dal conduttore l'elettricità, provocando una scarica, l'influenza cessava, il corpo dell'animale tornava allo stato naturale, e avvenivano le contrazioni violente de' suoi muscoli.

Galvani continuò a lungo le sue esperienze per accertare in qual modo l'elettricità determinava le contrazioni muscolari della rana. Il 20 settembre 1786, giornata burrascosa, per rendersi conto dell'azione che v'eserciterebbe l'elettricità atmosferica, separò con un colpo di forbici la parte inferiore di una rana dal tronco, la spogliò della pelle, e l'appese per mezzo d'un gancio di filo di rame alla ringhiera di ferro del balcone, rimanendo in osservazione ansiosa. Accadde che verso sera la rana mutilata, spinta dal vento, venne in contatto col ferro della ringhiera, e tosto i due arti si contrassero bruscamente. Le contrazioni si ripeterono poi ogni volta il vento li faceva toccare la ringhiera. L'esperimento fu ripetuto in un giorno nel quale il tempo era sereno e gli strumenti di fisica non segnalavano alcuna presenza d'elettricità nell'aria, e le contrazioni avvennero egualmente, com'egli sfregò il gancio di rame che sosteneva la rana contro il ferro della ringhiera. Tornò a ripeterlo nel proprio laboratorio (il paziente « provando e riprovando » è la divisa di tutti coloro i quali vogliono raggiungere a ogni costo il fine che si sono proposti), e deposta la rana sopra un piatto di ferro, adoperò in maniera che questo venisse in contatto col gancio di rame infilato attraverso i muscoli lombari e i fasci nervosi del midollo spinale. Il contatto del rame e del ferro fu seguito dai medesimi effetti. La stessa cosa avvenne allorchè, posata la rana su la tavola, riunì i nervi lombari e i muscoli della zampa con un arco metallico formato di due pezzi articolati, l'uno di rame, l'altro di ferro.

Ne concluse che esisteva una elettricità animale, come aveva sempre pensato: la causa delle contrazioni era la corrente elettrica che si lanciava attraverso l'arco dal muscolo al nervo e dal nervo al muscolo. Quasi tutti i fisiologi e i fisici furono del suo avviso, tranne Volta. Questi sostenne che la causa produttrice dell'elettricità doveva ricercarsi nel contatto dei due metalli componenti l'arco, rame e ferro, e che la contrazione muscolare era dovuta all'irritazione dei nervi per il passaggio della corrente. Ritornava pertanto alla scoperta di Sulzer. S'accese tra Volta e Galvani una lotta scientifica, la quale tenne divisi per più anni in due campi i fisici benchè Galvani morisse nel 1791. — Intanto però l'italiano Fabbroni, fin dal 1792, dava la ragione vera dei fenomeni del galvanismo, dimostrando che essi derivavano dall'azione chimica esercitata dai liquidi del corpo dell'animale sui metalli che formavano l'arco eccitatore. Il Volta medesimo, senza avvedersene, aggiungeva alla dimostrazione del Fabbroni la sua, con la creazione della pila.

Egli formò tanti dischi, metà di zinco e metà di rame, e saldatili insieme, a coppie, collocò queste sopra una base circolare di legno, dalla quale sorgevano tre colonnette di vetro, riunite nella parte superiore da un altro disco di legno, sovrapponendole l'una all'altra, in modo che tutti i dischi di rame fossero rivolti da un lato e tutti quelli di zinco dall'altro, e interponendo fra esse delle rotelline di panno, imbevute d'acqua salata o acidulata con forte aceto. In tal modo l'apparecchio riuscì composto di tanti strati metallici, separati fra loro da sostanze non metalliche, ma conduttrici e capaci d'esercitare sui metalli un'azione chimica. L'apparecchio si chiamò *pila*; il primo disco, di zinco, ne formò il polo positivo; l'ultimo, di rame, il negativo. Finalmente, fissò due fili d'ottone, l'uno in contatto col disco di rame, l'altro col disco di zinco.

Quali gli effetti? Innanzi tutto, l'azione chimica. Gli acidi intaccano, decompongono i metalli, producono cioè una reazione chimica, dalla quale si sviluppa l'elettricità. Questa vien messa in circolazione dai due fili. Il filo fis-

sato allo zinco conduce l'elettricità positiva : il filo fissato al rame, la negativa. Riuniti i due capi, si stabilisce una corrente, che dura quanto l'azione dell'acido contenuto nella pila sui dischi metallici, e che allungando i fili può essere trasportata lontano quanto si vuole. Appunto perciò, elettricità *dinamica*.

Chi avvicini un ago calamitato ai fili riuniti della pila vede l'ago deviare e disporsi in croce perpendicolarmente alla direzione di essi. È un effetto fisico.

Chi avvicini l'estremità dei due poli alla punta della lingua, ne ha una sensazione salina e un lieve tremito nella lingua. Lieve, se la pila è debole : energico e insopportabile anche alle mani che reggono i fili dove si tratti d'una pila forte, o di più pile riunite. È un effetto fisiologico, vale a dire prodotto sul corpo umano o animale.

Più tardi, Volta modificò la sua pila : altri ne composero di più perfette; ma il fondamento rimase immutato : due pezzi, l'uno di zinco, l'altro di rame, saldati insieme, con acido che determina una reazione chimica, due fili metallici e che riuniscono i poli e stabiliscono la corrente.

Finalmente, verso la metà del secolo XIX, un grande italiano confermava l'esistenza dell'elettricità animale, sostenuta da Galvani, dimostrando che un muscolo vivo è una pila, come è una pila l'unione di due metalli ideata da Volta.

7. — Sempre gli uomini sentirono il bisogno di comunicare fra loro, pur essendo lontani, con la rapidità maggiore. I segnali che si trasmettevano, durante il medio evo, di torre in torre, di vetta in vetta, non erano che un telegrafo primitivo; ma trovata la maravigliosa energia che si chiama elettricità, s'intende subito che si dovesse pensare a servirsene, molto più che la corrente elettrica ha una velocità straordinaria. In pochi minuti, il nostro pensiero, oggi, trasportato dall'elettricità, fa il giro del mondo.

Vi furono da principio tentativi per applicare l'elettricità statica ottenuta dalla macchina a disco di vetro

(innanzi che quella dinamica fosse scoperta) alla trasmissione del pensiero umano; ma riuscirono vani. L'elettricità statica non risiede che alla superfice dei corpi, e basta l'azione dell'aria umida ad arrestarne la propagazione. Tanta era stata l'imperfezione, per non dire l'inutilità, dei sistemi fondati su l'applicazione di essa, da far abbandonare l'idea dell'elettricità. Pensate. Luigi Lesage aveva immaginato nel 1760 un congegno, con 24 fili metallici, uno per ogni lettera, separati l'uno dall'altro, e chiusi in un involucro di sostanza non conduttrice; e non vi sto a descrivere la trasmissione complicata dei telegrammi.

La pila di Volta, che forniva una sorgente costante d'elettricità dinamica, riaprì le ricerche. Si procedette però ancora a tentoni. Soemmering, un fisico di Monaco in Baviera, visto che la corrente elettrica aveva la proprietà di decomporre l'acqua in mezzo alla quale fosse fatta passare, incominciò dall'ideare un telegrafo in base a questo fenomeno. Si decomponeva l'acqua a distanza, di stazione in stazione telegrafica, in trentaquattro vasi, uno per ogni lettera dell'alfabeto e per ogni cifra aritmetica.

La soluzione dell'importante problema venne indicata nel 1820 da un esperimento di Arago, celebre fisico e astronomo francese. Avendo immerso un filo metallico percorso dalla corrente elettrica nella limatura di ferro, vide che i piccoli frammenti di essa vi aderivano, e che ai primi ne aderivano altri. Evidentemente erano diventati delle piccole calamite. Interrompendo la corrente, i minuzzoli cadevano. Il grande fisico francese Ampère studiò il fenomeno, e ravvolgendo una verghetta di ferro dolce in una spira di filo elettrico, riconobbe che fino a quando passava la corrente, il filo dolce presentava le proprietà della calamita : appena interrotta, le perdeva.

Il telegrafo elettrico era scoperto, e Ampère ne formulò così la descrizione : — « Tanti aghi calamitati quante sono le lettere dell'alfabeto, da mettere in movimento per mezzo di conduttori che vengano successivamente in comunicazione con la pila, mediante i tasti d'un appa-

recchio da abbassare a volontà, potrebbero consentire una corrispondenza telegrafica, la quale supererebbe tutte le distanze, per trasmettere il pensiero ».

Questo infatti avvenne. La magnetizzazione temporanea del ferro per mezzo della corrente voltaica fu il principio fondamentale della nuova invenzione. Ponete un filo conduttore che da Milano giunga a Roma. Qui s'avvolge con parecchie centinaia di giri attorno a una piccola spranga di filo dolce, e assolutamente puro, ripiegata a foggia di ferro da cavallo, formando un rocchetto ricoperto di seta per isolarlo, ed è ricondotto con l'altro capo alla medesima pila di Milano. La corrente elettrica, movendo da Milano, magnetizza la spranghetta di ferro a Roma, che ravvolta al filo conduttore diventa un'elettro-magnete o elettro-calamita. Se davanti a questa elettro-calamita fu collocata una targhetta mobile di ferro, questa ne verrà attratta; ma interrotta a Milano la comunicazione del filo conduttore con la pila, immediatamente l'elettro-calamita di Roma perderà la sua proprietà magnetica, e la targhetta se ne distaccherà, perchè il fluido magnetico comunicato in questo modo ha, sì, una grande energia, ma temporanea, che cioè dura soltanto per il tempo nel quale ha luogo il passaggio della corrente.

Chi telegrafa, mediante brevi contatti alternati con distacchi opportuni, stabilisce e interrompe alternativamente la corrente. Questa mette capo nella stazione lontana a una punta che segna delle lineette sopra una strisciolina di carta, or più lunghe or più corte, secondo che dura il contatto. Le lineette, lunghe e brevi come puntini, compongono una scrittura convenzionale che il telegrafista legge e traduce benissimo. Ma è possibile stampare direttamente i caratteri, con un altro sistema speciale. Si ottiene questo con due apparecchi a quadrante, uno nella stazione che trasmette, l'altro in quella che riceve. Sui quadranti sono inscritte le ventiquattro lettere dell'alfabeto e le dieci cifre aritmetiche. Un indice vien trasportato nella stazione che trasmette, davanti alla lettera o alla cifra che occorre telegrafare, e la stessa lettera o la stessa cifra verranno impresse alla

stazione d'arrivo. Il movimento stesso dell'indice e il suo arrestarsi da un punto all'altro determina le necessarie interruzioni alternate della corrente.

Sapete che si è giunti a telegrafare fin la scrittura autografa e i disegni, con un maraviglioso apparecchio ideato dall'abate Caselli di Firenze, il pantelegrafo? Le stazioni telegrafiche sono così fitte, che non v'è, si può dire, villaggio dove il telegrafo non giunga, portato sui pali da sostegni di maiolica verniciata che lo isolano. Il trasmettitore magico del pensiero si sprofonda nell'oceano dentro un cavo: sette fili di rame isolati nella resina, ricoperti da quattro strati di guttapercha, e il tutto insieme ravvolto da dieci grossi cordoni di ferro ritorti che rendono il cavo o canapo sottomarino solido e lo mantengono al fondo.

All'elettro-calamita è pur dovuto il telefono, che consente a due persone di conversare anche separati da immense distanze. Con che commozione, dite, non si ascolta la voce che il microfono fa suonare al nostro orecchio, e che giunge da una persona nota, lontanissima... La distanza sparisce; ci sembra d'averla accanto. Ma non v'è più commozione: ci sembra naturale, e non sappiamo immaginare la vita senza queste grandi invenzioni che la rendono così intensa e feconda.

8. — L'elettricità. Dove non è stata impiegata? quale è l'attività dove non entri? quale sogno non alimenta con la sua potenza illimitata? Creazione di nuove industrie; emancipazione della necessità dello sforzo muscolare; benessere per tutti. — La scintilla guizza, e si spegne rapida: un'altra le succede, e un'altra, e un'altra. Provaste mai a far girare una bacchetta accesa da un'estremità? Formava un circolo luminoso. Più scintille che si seguono ininterrotte daranno una luce continua. Appunto, la luce elettrica è una serie di scintille, così fitte, che all'occhio appaiono come una sorgente luminosa continua, e la luce si spande, viva, senza palpiti, senza oscillazioni. Tutto dipende dall'apparecchio terminale a cui la corrente elettrica fa capo. È un campanello? Manderà uno squillo metallico vibrato. Un bottone premuto,

Le prime operazioni per la fabbricazione delle candele.

Le prime operazioni per la fabbricazione delle candele.

e il circuito si chiude, la corrente si lancia, lo squillo prorompe. L'elettricità si fa suono. — L'apparecchio terminale è un congegno motore? Vedrete uno o più carrozzoni correre su le rotaie, sicuri. — È una lampada? Ecco proromperne la luce.

Se si agganciano due fili metallici ai poli d'una fortissima pila in attività, e senza stabilire fra essi contatto, se ne mantiene l'estremità a una certa distanza, tale da non impedire la scarica elettrica, vale a dire la ricomposizione delle due elettricità contrarie che percorrono i conduttori, si manifesta una viva incandescenza fra le due estremità di essi. Impiegando quaranta o cinquanta coppie di pile Bunsen, che sono potentissime, l'arco luminoso presenta un'intensità prodigiosa.

Gli elementi essenziali della lampada elettrica ad arco sono due aste di rame, collocate l'una di faccia all'altra, e che comunicano con una pila di Bunsen in attività. Fra queste due aste di rame, collocate ciascuna all'estremità di un conduttore, vale a dire ai poli della pila, si forma l'arco luminoso, risultante dalla ricomposizione dei due fluidi. Soltanto, siccome il calore intenso che si svolge, e la presenza dell'aria, avrebbero per risultato inevitabile di ossidarle prontamente, vi si adattano due bastoncini di un carbone duro, resistente, sonoro, dotato di scarsa combustibilità, che si forma nelle storte dove si mette il carbon fossile per estrarne il gas illuminante. Un regolatore automatico li avvicina, via via si allontanano consumandosi l'uno dall'altro.

Ma vi sono lampade a incandescenza, usate nelle abitazioni, formate col carbone delle storte o con quello ottenuto dal bambù, ridotto in un filo sottile, ricurvo, ovvero con un filamento metallico, chiuso in una peretta di vetro, dalla quale fu tolta l'aria, perchè il carbone, non potendo consumarsi, duri più a lungo. La corrente, giungendo fino ad esse, le accende, e il filamento diventa d'un rosso bianco, lucente, spande una bellissima luce. — Una macchina magneto-elettrica alimenta queste lampade, quando l'energia non venga loro fornita da una dinamo, come ai carrozzoni del tram o dei treni elettrici.

La dinamo è una macchina formidabile. La rotazione e il passaggio di calamite davanti a una bobina di fili analoghi a quelli che vengono impiegati per le sonerie elettriche, vi generano l'elettricità. Sono le dinamo, che mosse dal vapore o da cadute d'acqua, producono l'elettricità necessaria all'illuminazione, alla circolazione dei tram e delle ferrovie. Ecco perchè le cadute d'acqua vengono chiamate carbone bianco. La forza che esse producono equivale negli effetti quella del vapore generato dal carbone.

Non basta ancora: l'elettricità fu applicata alla misura del tempo. La stessa corrente elettrica, trasmessa dal filo conduttore d'una pila voltaica, il quale parte dall'orologio principale, mette in movimento e regola una quantità d'orologi, sparsi agli angoli delle vie e delle piazze, negli stabilimenti, nelle abitazioni, e ne ripete con fedeltà le segnalazioni. Si distribuisce l'indicazione del tempo, come la luce e come la forza motrice. Le stazioni ferroviarie sono tutte fornite d'orologi elettrici, e l'ora che segnano è dappertutto esattamente la stessa.

L'elettricità ha estesi i suoi beneficî alle industrie. La corrente elettrica, che anima le macchine, comunicandovi il moto per mezzo delle cinghie di trasmissione, riproduce direttamente oggetti metallici dai loro modelli, senza lavoro di scalpello o di fusione, col mezzo della galvano-plastica; sostituisce la doratura e l'argentatura elettro-chimica a quella che prima si otteneva mediante il mercurio, con grave danno per la salute degli operai; fornisce il calore ai forni; provvede con le grandi spazzole circolari, ruotanti, alla pulizia delle strade.

Che non può l'elettricità? Restituisce il vigore e la tonalità ai muscoli, equilibra i nervi, risana, fortifica, moltiplica tutte le energie, le espande, le rende feconde. Nessuna scoperta ne eguaglia il valore, perchè a sua volta genera ogni giorno scoperte e applicazioni nuove.

IL SALVADANARO DI GIACOMINO

1. Giacomino incontentabile. — 2. Gli scambi. — 3. Le prime monete. — 4. Le prime misure. — 5. Il conio delle monete e i biglietti di banca.

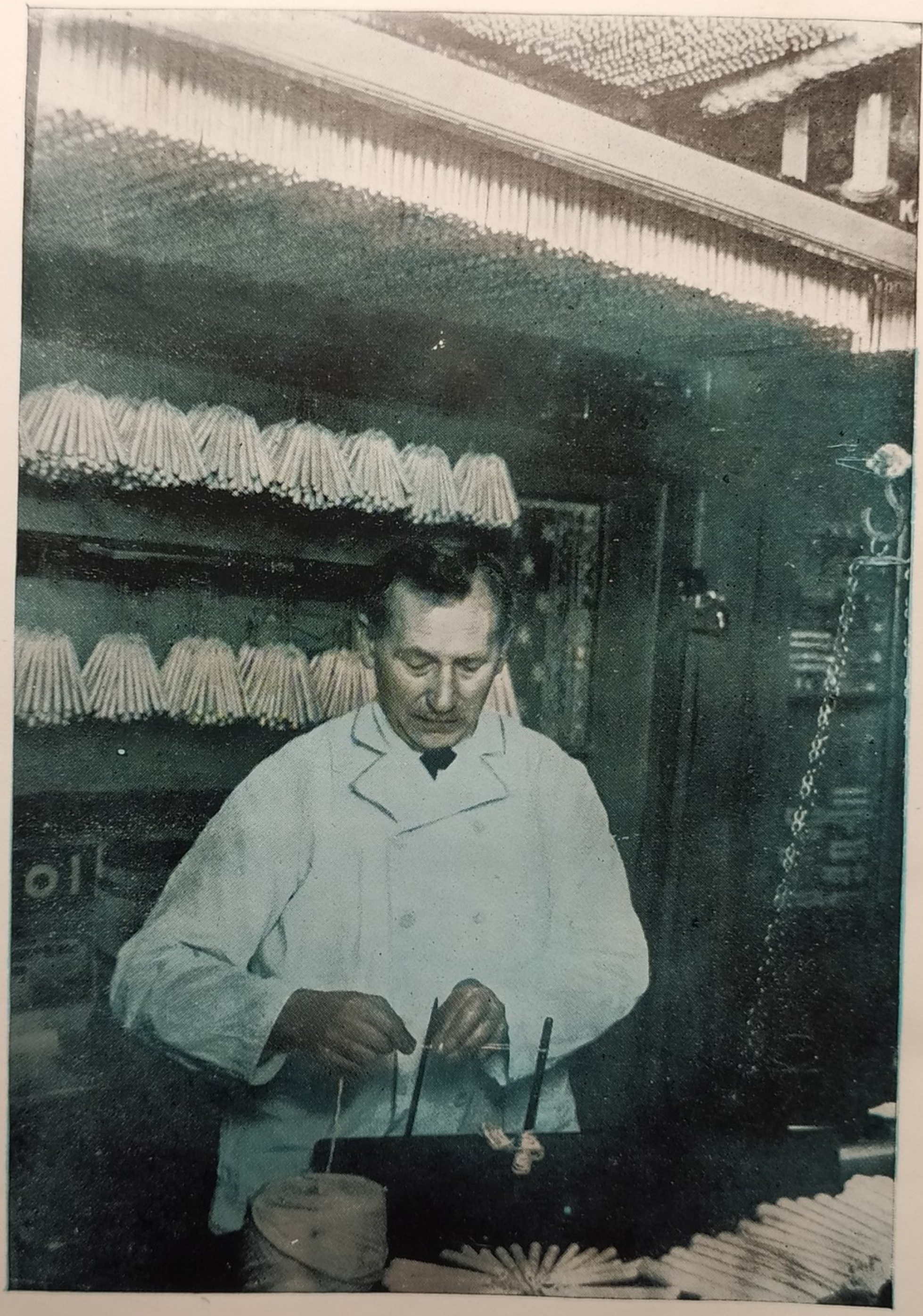
1. — Giacomino è incontentabile. Ma sì, tutti i ragazzi sono incontentabili. Non è una scoperta questa. Si vuol dire che Giacomino raggiunge il grado massimo dell'incontentabilità. Ma sapete che questo è pure il carattere dell'uomo? Forse che si contenta, l'uomo? Più conquista il benessere, e più s'affatica nelle sue conquiste. — Il vapore trascina i treni su le strade ferrate? Ebbene, essi, anche quando sono direttissimi, gli sembrano lenti. Le sue occupazioni son tante, che il tempo non gli basta. Ha bisogno di far le cose in fretta, per arrivare a tutto. E poi ci sono i ritardi, i noiosissimi ritardi, di minuti, di mezz'ore, di ore... — I telegrammi? Impiegano spesso delle ore. Si fa più presto a scrivere una lettera, o andar da sè. Bisognerebbe trovare un altro mezzo. Ah... quando tutti avranno a profusione elettricità in casa, e potranno ricevere le comunicazioni direttamente! — Uno squillo di campanello che ci avverta d'essere chiamati, come nel telefono; la pressione d'un bottone, per chiamare, e tutto andrà d'incanto. Nessun bisogno del telegrafo, quando si potrà comunicare a voce con vicini e lontani. Nessun bisogno, sto per dire, della posta... — Elettricità che faccia la cucina, che pulisca la casa, apra e chiuda le porte, faccia salire e scendere gli

ascensori... non ci sono anche adesso gli ascensori? Ma s'avranno dappertutto, e le scale spariranno dalle case. — Come si sbriglia, è vero? la fantasia! C'è tanto carbone bianco, da poter fornire l'energia a profusione. — Ciò che ieri aveva il valore d'un tesoro, oggi diventa una cosa comune. Sempre così di quel che s'è ottenuto.

Ma eccoci in piena divagazione. Giacomino è incontentabile: parliamo di lui. I suoi balocchi, tanto desiderati finchè facevano mostra di sè dalla vetrina del negoziante, l'annoiano subito. Non son passati pochi giorni, e vorrebbe disfarsene. È una ridda continua di balocchi fra le sue mani. Arrivano e scompaiono. Appena restano quelli... memorabili, avuti in regalo nei giorni solenni. Gli altri li scambia. Giacomino è tornato al sistema degli uomini primitivi e di molti selvaggi: lo scambio diretto dei prodotti del suolo e degli oggetti utili. Egli scambia: un temperino per una trombetta; uno schioppetto per una piccola automobile di latta verniciata; una palla per una trottola. Così il suo arsenale di balocchi acquista una varietà e una instabilità incredibili.

Appunto, gli uomini primitivi tennero questo modo assai facile quando incominciarono a produrre cose utili. Un capo di selvaggina per una retata di pesci; del latte per una certa quantità di carne; del frumento per una focaccia. E il lavoro dunque? Anch'esso fu scambiato per derrate. Lavoro da una parte, cibo dall'altra, ovvero strumenti di pietra, di bronzo, di ferro; per le donne, monili; ovvero anche de' capi di bestiame, tori validi, mucche lattifere, pecore lanose. Come fare? Non c'era la moneta, e c'era il commercio.

2. — C'era il commercio, perchè non tutti gli uomini hanno le stesse attitudini e le stesse abilità, e non tutte le cose, poi, si trovano in uno stesso luogo. Chi ha bisogno del legname per costruire un carro da trasporto o una piroga (vien chiamata così la navicella scavata dall'uomo primitivo o dal selvaggio in un tronco d'albero per mezzo del fuoco), deve andare a procurarselo dove sia una foresta; chi vuole una ruota da



La fabbricazione delle candele.

mulino bisogna che la cerchi su le montagne. L' uomo della montagna portava a quello della pianura i prodotti del suolo da lui lavorati, e viceversa. Tanto minerale di rame o di stagno, invece di un vaso di bronzo, e così nasceva anche la divisione del lavoro, perchè v'era chi s'occupava a cercar piriti, e chi ne estraeva il metallo col fuoco e ne faceva strumenti, chi preparava il pane e chi fabbricava il forno, chi andava alla caccia e chi forniva lo spiedo per arrostire la cacciagione, chi costruiva la capanna, e chi la difendeva dai nemici con le armi, chi coltivava il suolo e chi foggiava gli aratri e le vanghe. *Do ut des* : « ti do perchè tu mi dia ».

Ma con l'andar del tempo le cose cambiarono. Gli scambi non eran più possibili, perchè occorreva trovare chi avesse bisogno d'una data cosa, per poterla scambiare, e chi possedeva quella della quale s'aveva desiderio. Allora si pensò a scambiar della roba che tutti n'avessero bisogno, e che servisse a chi la riceveva per procacciarsi il necessario. Così fu inventata la moneta. E sapete quale fu la prima moneta? — Il frumento, e i capi di bestiame, piccoli e grandi. Frumento e capi di bestiame, vivi, non vanno a male, si possono conservare fin che si vuole, e viene un momento che servono. Chi n'ha molti, li scambia; chi n'ha il necessario, li mangia. Si possono anche trasportare con facilità. Sapete che la moneta si chiama anche pecunia? È un modo di chiamarla, alla latina, e vi dice quale fosse a' tempi de' tempi la moneta. Infatti, si diceva pecunia, come oggi si dice, che so? capitale, ricchezza, danaro, e si comprendono in questa parola le monete d'ogni specie, il danaro che uno possiede. *Peculium*, peculio, significava da principio il gregge, le pecore o i buoi che formavano la proprietà di Tizio o di Caio, frutto per lo più del risparmio. La moneta spicciola era il capo di bestiame più piccolo, l'agnello o il capretto : poi venivano la pecora e la capra, che valevano tanti agnelli e tanti capretti; indi il bue o la vacca, i quali alla lor volta valevano tanti vitelli, tante capre, tante pecore.

Sistema non troppo comodo, in verità; ma un po'

migliore dell'altro, non vi pare? Infatti, vennero ben presto le monete di metallo che servono per scambiar tutto. Si dànno i prodotti del suolo, del lavoro, e il lavoro stesso, invece di monete, e con le monete si compra quel che ci fa comodo. Uno storico antico racconta che fu Caino, nientemeno! a inventar le bilance, i pesi e le monete. Certo perchè Caino, che uccise il fratello, fu malvagio, e volle spargere, secondo quello storico, la malvagità nel mondo. Appunto il danaro, i contratti, e il resto, son cagione di rancori e di liti, e se non ci fossero loro, tutti gli uomini vivrebbero in pace. Chi afferma questo cade in contraddizione, perchè se Caino le monete le creò lui, vuol dir che non c'erano. Ebbene, anche senza le monete, egli uccise suo fratello Abele, e il primo delitto insanguinò la terra.

Ma per tornare un poco indietro, anche ora ci son popoli che non conoscono le monete metalliche, e usano piccole conchiglie, *cauris*, per le loro contrattazioni: quelli della Nigrizia e della Senegambia, per esempio. Fortunata gente, che trova il danaro tra la sabbia! Altri dànno valore di moneta alla polvere d'oro e alle pepite, masse d'oro nativo, che si trovano nei terreni d'alluvione, e meno male. In alcune parti della China e della Siberia, servono da moneta dei pacchetti di the, d'un determinato peso; nel Messico, prima che venisse scoperta l'America, degl'involti di cacao; nelle fattorie della baia d'Hudson, le pellicce; a Terranova, il merluzzo. Nel 1776, in Iscozia i chiodi erano moneta; e del resto furono la moneta più antica di Atene e dell'Attica. Un chiodo valeva un obolo: sei chiodi, una dramma.

3. — Nella Bibbia si parla di monete. Abramo acquistò il luogo della sepoltura di Sara per 400 sicli d'argento: ma abbiate presente che il siclo era un'unità di peso: dunque si deve intendere una quantità d'argento che pesava 400 sicli. L'unità di peso, e però la moneta più piccola degli ebrei, era la dramma, che fu ragguagliata al valore d'82 centesimi d'oggi; il siclo valeva 4 dramme; 60 sicli facevano una mina; 50 mine, un talento d'argento; sedici talenti d'argento, un talento d'oro.

In China, la moneta fu inventata nel 2698 a. C., e fu moneta curiosa, che dura anche adesso: perchè i chinesi sono un popolo che ha il levante a ponente, e viceversa. Intendete che prendono il progresso a rovescio. Le cose perfette sono per essi quelle antiche: le innovazioni le guastano, e dagli antenati derivano tutte le virtù. Se un uomo compie qualche bella opera o qualche alta impresa, il merito è de' suoi antenati, e gli antenati ne diventano nobili. Si direbbe che l'ago della loro bussola segni il sud invece del nord. Le monete chinesi non son coniate, ma lisce, formate d'una lega di rame e di piombo, non bene circolari, e forate nel mezzo. Si chiaman *cash*, e vengono per que' fori infilate a centinaia e a migliaia. La filza di maggior valore si chiama *tien o mace*: se è di mille, *chonan*, o *tiao*, o *liang*, o *taël*, ed equivale a sette lire e cinquanta centesimi circa di moneta nostra. Fate il conto. Il *cash* vale meno d'un centesimo: sette millesimi e mezzo. Del resto vi circolano monete di tutti i paesi, e verghe d'oro e d'argento, che valgono secondo il peso.

Nella Lidia, ricordate? dove il pastore Magnete, stando alla leggenda, avrebbe scoperta l'elettricità, le monete d'oro e d'argento furono coniate, si dice, nel 1500 a. C., precedendo quelle greche, le quali apparvero, sempre si dice, verso il 1155, e quelle d'Argo, fatte coniare dal re Fidone 261 anni dopo. Le monete greche portavano l'impronta delle figure simboliche, particolari d'ogni paese: in Atene, quella della civetta; a Delfo, un delfino; in Beozia un Bacco e un Ercole; in Macedonia, uno scudo. Le monete d'Atene furono poi adottate da tutta la Grecia: il *lepton*, 27 diecimillesimi dei nostri; il *chalcous*, 193; l'*obolo*, 1544; la *dramma*, che era l'unità monetaria, 77 centesimi; la mina, cento dramme; il talento d'argento, 60 mine; il talento d'oro, dieci d'argento. Sparta ebbe monete di ferro, come i primi popoli della Bretagna in Europa; Roma, nei primordî, soltanto di rame e di bronzo, in forma di semplici verghe, ma accertate nel peso e bollate. Chi vuole che apparissero 664 anni a. C., e chi soltanto ai tempi di Servio Tullio, quasi un secolo dopo. Non importa nul-

la. Quel che importa sapere è che v'erano rappresentati un bue o una pecora, e però venivan chiamate *pecuniæ*, e vale a conferma di quel che s'è detto su la moneta primitiva, fatta di capi di bestiame.

I primi Etruschi, invece, battevan monete d'oro e d'argento, sfoggiando anche in questo la loro magnificenza. Dopo le verghe, Roma ridusse le monete di metallo in forma di lastre gettate per fusione, con figure d'animali: la vacca, il gallo, la verga con serpenti avvoltolati ed altre simili. Si chiamavano *aes gravi*, ed eran tali davvero, perchè pesavano circa mezzo chilogrammo. Per trasportare una somma tanto e quanto, occorrevano i carri! Ma quando Roma conobbe i costumi della Grecia, fece le sue monete a imitazione delle greche: di rame, il *teruncius*, che pare valesse circa un centesimo e un quarto di nostra moneta; la *secubella*, due centesimi e mezzo; l'*asse*, circa sette centesimi e mezzo; il *sesterzio*, due assi e mezzo; il *danaro*, dieci assi; il *nummus aureus* o *solidus*, d'oro come dice la parola, 25 denari; il *sesterzio aureo*, mille sesterzi d'argento; la *lira*, di 96 denari; il talento grande, che rappresentava un valore di 6522 lire, e il piccolo di 4491. Le grosse monete, dal sesterzio aureo in poi, non estistevano: eran, come si dice, termini di conto, vale a dire si calcolavano, per agevolare gli scambi fra un paese e l'altro, come oggi il *reis* di Portogallo, la *guinea* d'Inghilterra, il *rublo di conto* della Russia, e via dicendo. La prima moneta d'argento romana fu coniata l'anno 485 dopo la guerra con Pirro, e d'oro nel 547, ancor più tardi. — La Francia stabilì nel 755 della nostra èra la sua monetazione in lire, soldi, danari.

4. — Giacomino ha misurato il banco dove siede a scuola. « È lungo, dice alla sua mamma, undici palmi ». — La mamma sorride: misura lei, col suo palmo, il lato della tavola, e all'undicesimo domanda:

— È lungo così?

— Oh... no: assai più corto.

— E allora?

— Il mio palmo è più corto del tuo.

— « Undici palmi », dunque, non dice nulla. Bisognerebbe misurare il mio palmo e il tuo, stabilir la proporzione, fare un calcolo. Una faccenda lunga: troppo lunga.

Lo stesso per i popoli primitivi. L'invenzione delle bilance e dei pesi fu, come s'è detto, attribuita a Caino, che secondo la Bibbia sarebbe vissuto 3600 anni a. C. — Questo vuol dire che sono d'un'antichità impossibile a determinare. I popoli primitivi ebbero, anche questo s'è visto, rozze bilance, e si servirono di sassi come pesi. — Per le lunghezze, valeva fra essi, come tra i selvaggi d'oggi, quella del piede, del braccio, del cubito, dei loro capi. Si capisce che quando s'andava da una tribù all'altra era difficile intendersi.

All'origine della civiltà, gli egiziani misurarono col *dito* (si capisce, il dito d'un uomo di statura media) e quattro *dita* facevano un *palmo*; tre palmi, una *spanna;* due spanne, un *cubito,* e via discorrendo. Un recipiente largo, alto o profondo tante spanne, serviva per misurare i liquidi. Probabilmente, le prime misure di capacità dei liquidi furon gli otri dove si versavano, poi i vasi di terra cotta o di metallo: otri e vasi di certe dimensioni stabilite. In ogni paese avevano un valore diverso. Anche fra i popoli più civili, durò a lungo questo sistema, e non è ancora scomparso del tutto. Durò fino al 1795.

Nel 1670, un tipo di misura universale era stato già proposto da Gabriele Mouton, uno scienziato francese, che spiegava in una sua opera come si potesse ricavare dall'arco del meridiano terrestre, misura che aveva eguale interesse per tutti i popoli del mondo; ma ce ne vuole prima che anche le buone idee si facciano strada. Prima che si facesse strada questa, ci vollero cento venticinque anni, molto più che il sistema proposto da Mouton era molto complicato. Si sarebbe dovuto dividere in minuti l'arco di meridiano, chiamandolo miglio, il miglio in centurie, le centurie in decurie, le decurie in virgule, decime, centesime, millesime. — Si fece strada, perchè incominciò a essere studiato, nel 1795; ma fu stabilito nel 1799 e adottato nel 1801.

Il sistema decimale è tanto noto, che non occorre spiegarlo. La dieci milionesima parte d'un quarto del meridiano terrestre, è il metro, che viene a dir misura delle misure, misura fondamentale. Calcolato in lunghezza e larghezza, dà il metro quadrato. Una scatola d'un metro per ogni spigolo è un metro cubo. Dividetela in mille scatole uguali, d'un decimetro di lato, e vi dà il decimetro cubo. Apritelo e avrete il litro, misura per i liquidi e per gli acidi. Suddividete ancora il decimetro cubo in mille scatolette uguali, d'un centimetro di lato, e avrete il centimetro cubo. Aprite una di queste scatolette, versatevi dell'acqua distillata alla temperatura di quattro gradi centigradi, e il suo peso è il grammo. Pesate cinque grammi d'argento, coniateli, e ne vien fuori la lira, l'unità di misura delle monete. Raddoppiate e ottenete la doppia lira. La moneta d'argento che pesa 25 grammi vale cinque lire. La moneta d'oro d'un grammo e 613 milligrammi vale cinque lire. Fate il calcolo, e vedrete quanto pesino le monete d'oro da dieci, da venti, da cinquanta, da cento lire. Per il valore inferiore a una lira, le monete sono di rame: i dieci, i cinque, i due centesimi, e il centesimo separato. Di nikel, per comodità furon coniate monetine da 20 centesimi.

5. — Come son lucenti le monete appena escono dal conio! Quelle di rame paion d'oro.

Che cos'è dunque il conio? Avrete notato che nella storia del medio evo e antica, s'usa l'espressione « batter moneta », appunto perchè le monete d'allora, come le antiche, venivano formate fondendo il metallo e battendolo poi col martello. Gli egiziani, per i primi forse, v'impressero il segno del loro valore. Dopo l'anno 800, vennero incisi gli stampi, e così le monete ne uscirono con le figure e le diciture in rilievo.

Sotto il regno di Enrico II, in Francia, Nicola Brieit propose di fabbricarle col laminatoio e col torchio a vite; ma non fu ascoltato. Fu nel 1645, sotto Luigi XIV, che la monetazione col martello, in Francia, venne abbandonata, e passò nella zecca (si chiama così la fabbri-

ca delle monete). Nel 1685, Custing costrusse una macchina per imprimere la superfice laterale delle monete.

Ma la zecca di Roma sorse assai prima. Essa data dal papato di Martino V, vale a dire dai primi anni del 1400. V'affluirono fiumi d'oro e d'argento in verghe, e ne uscirono, spandendosi dappertutto in fiumi di monete. — Nella zecca, l'argento vien fuso, vien ridotto in verghe, le verghe in lamine, le lamine in dischi, tagliati a colpi secchi da una macchina speciale. S'intende che nella fusione l'argento fu combinato col rame, e formata la lega. Anche la monetina di nikel è formata da una lega di 75 parti di rame e 25 di nikel, e la moneta di rame, da 96 parti di rame e 4 di stagno.

Per rendere al metallo la malleabilità primitiva, temperata dalla lega, si sottopongono i dischi o fondelli a una cottura; poi, vengono immersi in una vasca d'acido solforico, dove riprendono la loro bianchezza lattea naturale. Un'abbondante lavatura con l'acqua corrente li libera da ogni efflorescenza di acidi, e allora vengono pesati e messi nel conio, dal quale escono 60 monete al minuto. La coniazione consiste nel sottoporre il disco metallico alla pressione di due conî, che v'imprimono dall'una e dall'altra parte i disegni e le iscrizioni. Le macchine coniatrici sono messe in azione da una forza motrice meccanica, perchè i movimenti riescano più rapidi e precisi.

Finalmente, le monete escono dalla zecca, vengono consegnate al tesoro dello stato, ed entrano in circolazione.

Credete che basti?

Una forte somma, in monete, diventa ingombrante. Forse conoscete la vita d'Antonio Allegri da Correggio, il grande e sventurato pittore, che visse nel secolo XVI. Aveva dipinti certi affreschi in un convento, e perchè il prezzo pattuito, di 30 scudi, al priore sembrava troppo caro, se ne vendicò pagandoglielo in monete di rame. Il povero pittore fu costretto a caricarne un asino per trasportarle.

Il medesimo accadrebbe press'a poco, non solo ai grandi industriali e ai banchieri, che hanno bisogno di

spedire forti somme in lontani paesi, ma a chi deve portar danaro con sè per i bisogni comuni. Lo Stato creò i biglietti di banca.

Giacomino, quando ha il suo salvadanaro pieno di monete d'argento, di nikel, di rame, le converte in bei biglietti di banca, e li porta alla cassa postale di risparmio. I biglietti di banca messi in circolazione dallo stato corrispondono alla moneta metallica esistente nelle casse pubbliche. Avere nel portafogli un biglietto da cinque, da dieci, da venticinque, da cinquanta, da cento, da cinquecento, da mille lire, vuol dire essere possessore della quantità corrispondente di monete metalliche, depositata nelle casse dell'erario.

Il salvadanaro di Giacomino è il serbatoio del peculio che egli va accumulando, con i piccoli doni di danaro dei genitori, degli zii, dei nonni, e da ogni salvadanaro pieno ruscelli metallici affluiscono a un serbatoio maggiore, la cassa postale. Di là passa in quelle maggiori dello stato, circola, produce ricchezza, perchè viene impiegato in lavori industriali, in grandi imprese. Una parte del guadagno che se ne ricava spetta a coloro che l'hanno depositato: il tre per cento. Vuol dire che nel termine d'un anno, cento lire diventano cento tre; mille, mille trenta. Si forma così la ricchezza, che non è il fine della vita, ma dà il benessere, e ci mette in grado di compiere le opere dalle quali la civiltà riceve ogni giorno impulsi nuovi.

LA CONQUISTA DELLO SPAZIO

1. I veicoli primitivi. — 2. Dalla diligenza al tram elettrico. — 3. Dalla bicicletta all'automobile. — 4. Ponti e navi. — 5. I fari e la bussola. — 6. La posta. — 7. I primi voli. — 8. L'aquila vinta. — 9. La favola dei Titani.

1. — L'uomo vive in ogni clima, a tutte le latitudini. Dai luoghi dove nasce, dove dimora, sciama, come le api, lascia la sua famiglia d'origine, e ne compone altre; popola nuovi paesi, vi porta la sua genialità, la sua operosità, la sua febbre intensiva di conquista. È viaggiatore per istinto. I popoli, a poco a poco, attraverso i secoli, hanno abbattuto le barriere, cooperano tra loro, edificano insieme, uniscono le forze, mettono in comune i loro ideali. Questo, fin dai tempi lontani, primitivi. Le genti più progredite portarono i prodotti del loro lavoro alle altre, migrarono in cerca di terre fertili e di guadagni, ora valicando i monti e attraversando pianure, ora solcando i mari o risalendo la corrente dei fiumi.

Il muscolo fu il mezzo di trasporto primitivo; ma com'ebbe addomesticati gli animali che potevano essergli utili, l'uomo primitivo caricò di sè l'onagro e l'asino pazienti, infrenò l'ardore del cavallo, e montato sul suo dorso, lo rese obbediente alla mano e allo sprone. Il viandante pedestre nondimeno durò lungamente, e dura pur sempre a percorrere le lunghe vie, a inerpi-

carsi fino alle vette delle montagne, a scendere negli abissi. L'uomo vuol tutto esplorare, tutto sapere.

E anche il trasporto per diletto conobbero gli uomini primitivi. Cristoforo Colombo fa menzione in una sua lettera del trasporto d'un capo indigeno sopra una specie di rozza sedia adattata sul dorso d'un uomo. Su gli erti sentieri delle Ande, nell'America meridionale, i *silleteros* o sediari trasportano con lo stesso mezzo dei viaggiatori per dieci miglia al giorno. Sono gli uomini-somieri, e forse da quella rozza sedia nacquero il basto e la sella.

I capi venivano trasportati a dorso d'uomo in segno d'onore, come omaggio dovuto alla loro potenza, ma pur durante i viaggi, perchè gli uomini del clan erano tenuti a prestare ogni maniera di servigi, anche quelli dei muscoli, alle loro comodità! Ad agevolare il cammino, il viandante si foggiò il bastone, che gli servì al tempo stesso di difesa.

Parimenti su le schiene umane furono trasportati i materiali per le costruzioni. La leva suggerì il mezzo di trasporto. La carriuola seguì l'invenzione della ruota; ma era stata preceduta da veicoli che venivano trascinati su le strade, prima da uomini, poi da animali: vere slitte, o carri striscianti, simili a quelle che servono agli abitanti delle regioni polari o dei paesi dai lunghi e rigidi inverni. Quando si dice « strada » s'usa questa parola nel suo significato generico. Erano strade i sentieri che il calpestìo continuato dell'uomo o degli animali lascia sul suolo. Questi insegnarono ad aprirne altri intenzionalmente, spianando il terreno, prima tra capanna e capanna nei villaggi, poi tra un villaggio e l'altro. Il carro strisciante, mentre serviva al trasporto di persone, di materiali, di vettovaglie, tanto meglio apriva le strade e le allargava. In breve si perfezionò: diventò cocchio, carrozza, baroccio. Non scomparvero però gli altri mezzi di locomozione. Ancora i chinesi hanno il *palanchino*, sedia portatile sospesa, trasportata da facchini su le spalle per mezzo di stanghe, e dura qua e là l'uso della *portantina*, piccola vettura a braccia, che appena un secolo fa era di gran moda. Tutta la varietà dei veicoli creati dall'in-

dustria, che è quanto dire dall'ingegnosità umana, esiste sempre.

2. — Che i nostri vecchi, prima d'accingersi a un viaggio, facevano testamento, è ormai un luogo comune. Luogo comune, sì, ma non iperbolico. Era veramente così. Dovevano viaggiare in vetture dette da posta, attraversare campagne e valichi, procedere adagio, cambiando i cavalli e passando la notte nei luoghi di sosta. Ruote che uscivano dai perni, cavalli azzoppati, strade fangose e sassose, ritardavano il viaggio. Peggio ancora: la vettura incontrava spesso malviventi che svaligiavano le persone, e ne mettevano la vita in serio pericolo.

Chi non aveva la possibilità economica di prendere una vettura per sè, si serviva di quei carrozzoni enormi, capaci di contenere molte persone, che si chiamavano, che si chiamano ancora, « diligenze », tirate da cavalli bolsi, slombati, sfiniti: due, quattro, fin sei cavalli, nelle salite aiutati da buoi, esposte ai medesimi pericoli delle vetture da posta, e lente, lente, che era, che è, una disperazione. Lo sanno coloro che furono costretti qualche volta a servirsene: vere stie, nelle quali i viaggiatori si pigiano, sbattuti gli uni contro gli altri, urtandosi, pestandosi, acciaccandosi, per gli scossoni e gli urti delle ruote sui ciottoli. Mai un nome fu così male applicato, come quello di diligenza.

Diligenza per recarsi dall'uno all'altro villaggio, dall'una all'altra città: *omnibus*, per l'interno delle grandi città, dove le distanze sono molto sensibili. E non occorre parlare dell'*omnibus*, che a ragione Edmondo De Amicis chiamò la « carrozza di tutti ». Segue una strada stabilita, e chiunque pagando dieci centesimi, ha il diritto di prendervi posto. Si ferma appena qualcuno vuol salire o discendere.

Ma già la ferrovia aveva insegnato che le rotaie di ferro, col diminuire l'attrito, rendono le ruote più scorrevoli, e l'omnibus venne sostituito dal *tram* o *tramway* a cavalli, e non fu piccolo progresso, quantunque lo spettacolo dei poveri cavalli, costretti a trascinare un peso d'assai superiore alle loro forze fosse penoso.

Un'idea ne genera un'altra: servirsi del tram anche fuori delle città, nei dintorni di esse, per brevi distanze, facendo muovere più vetture agganciate le une alle altre da una piccola locomotiva a vapore, e subito l'idea fu attuata. Ma non andò molto, e le città videro un altro prodigio: il tram elettrico. Tosto esse furono coperte da una rete di fili conduttori della corrente, i quali, messi in comunicazione col motore della vettura, mediante il loro contatto col *troll*, la rotella sostenuta da un'asta obliqua, vi trasportarono l'energia prodotta dalla dinamo, che sostituì la forza dei cavalli. — La corrente produce nel medesimo tempo luce e moto. Appena occorre, le lampadine s'accendono e illuminano la vettura: un piccolo movimento della manovella con cui il conduttore la guida, basta ad arrestarla.

Dai tram, il motore elettrico passò alle ferrovie. Si parla già di soppressione della locomozione a vapore. Il carbone indispensabile a produrre vapore è limitato nelle viscere della terra. Molto fu già consumato, e il rimanente non potrà avere lunga durata. Che dovrà sostituirlo, se non il carbone bianco? e che dovrà sostituire il vapore, se non la forza elettrica? Non più il fumo che muove dalla locomotiva e i gas che i viaggiatori sono costretti a respirare. Un lieve ronzio, e il motore elettrico trasporta, con la vettura alla quale è applicato, le altre che formano il treno.

Alle linee elettriche tramviarie, per condurre l'elettricità, fu aggiunta qua e là una terza rotaia; ma non sembra adatta a fornire le grandi quantità d'energia necessaria alla trazione di pesanti treni ferroviari, e la linea aerea vien giudicata più opportuna. Siccome la rotella sostenuta dall'asta abbandona spesso il filo, fu sostituita da larghi archi, o da rulli, in contatto con la conduttura aerea, ora distesa in alto, ora a fianco del binario. Con la locomotiva elettrica, si avrà un aumento di velocità grande nei treni ferroviari: non tanto per la forza che sprigiona, quanto per gl'indugi che elimina e riduce. La locomotiva a vapore ha raggiunta fin la velocità, come si disse, di 120 e 130 chilometri in piena corsa; ma non può partire se prima il vapore non ha rag-

giunta la pressione voluta, se il fuoco non è ben regolato, se la caldaia non è provvista d'acqua. La locomotiva elettrica è sempre all'ordine, e non ha bisogno di far sosta lungo la strada per rifornirsi d'acqua o di carbone, e per la ripulitura del focolare: passa immediatamente dall'immobilità alla velocità della corsa, e può richiamare dall'officina tutta l'energia elettrica della quale ha bisogno, mentre l'altra non dispone che di quella limitata fornitale dalla caldaia. In conclusione, l'avvenire sorride alla locomotiva elettrica, leggera e insieme potente, e però meglio utilizzabile.

Par di sognare, chi ripensi agli umili principî della locomozione.

3. — Il treno passa a una data ora. Bisogna esser pronti, a rischio di perdere la corsa: il tram percorre certe vie, e per quanto la sua rete sia fitta, non basta a tutti. D'altra parte, costretto a fermarsi con troppa frequenza, perde la velocità con gl'indugi. — Nel 1816, l'ingegnere Drais inventò un congegno curioso, consistente in due ruote e in una sella intermedia. La persona che vi sedeva, faceva procedere l'apparecchio, puntando e spingendo contro il terreno or l'un piede or l'altro. Fu chiamato velocipede; ma la velocità con quella conformazione non era davvero possibile. Il francese Michaux v'aggiunse i pedali alla ruota anteriore, e non vi fu più bisogno della spinta sul suolo. Avviato il perfezionamento, progredì ben presto. Il movimento fu portato nel centro, fra le due ruote, e una catena, per il moto dei pedali, lo comunicò alla ruota posteriore. Ai cerchi di ferro delle ruote furono sovrapposti cerchi di gomma piena, che le resero elastiche; ma ben altra elasticità fu ottenuta come diventarono dei pneumatici. Un tubo chiuso di gomma — chi non ha veduta la camera d'aria d'una bicicletta? — viene riempito, con la piccola pompa portatile del ciclista, dell'aria che deve rimanervi compressa. Un copertone di gomma lo fascia all'intorno e lo protegge: dei freni vengono adattati alle ruote, prima applicati contro i pneumatici, poi, perchè questi si logorano, contro i cerchi delle ruote.

Rimangono degl'inconvenienti, ma dove non ve ne sono? Se i pneumatici trovano la punta d'un chiodo o d'un pezzo di vetro, ne vengono forati, l'aria ne esce e si sgonfiano. I meccanici sono intenti a studiare un sistema di coperture, che non subisca tali danni.

In ogni modo, la bicicletta ha ormai raggiunta la sua forma definitiva. Si parla d'applicare intorno al cerchione metallico, un cerchio di melassa, pieno, poroso; ma rimarrà l'elasticà del pneumatico? La ruota libera consente, dopo aver prodotto il movimento con la spinta del piede sul pedale, di riposarsi, perchè la forza d'inerzia lo mantiene senz'altro bisogno di pedalare, e più lo mantiene in discesa, o se il ciclista è spinto dalla forza del vento. Così la bicicletta è diventata d'uso comune: e per essa è raggiunta la velocità del movimento: si va, si viene, in breve tempo, si prende la via che ci piace, si è indipendenti da ogni limitazione. Riman l'obbligo d'avvertire con lo squillo del campanello i passanti, e d'accendere il fanalino appena caduta la sera, per evitare scontri.

Il motore aggiunto alla bicicletta dà agio al ciclista di farsi trasportare comodamente seduto, senza affaticare i muscoli delle gambe. L'idea venne a un meccanico berlinese nel 1876. Oggi i motocicli si sono moltiplicati in modo straordinario.

Alla motocicletta fu aggiunta una vetturetta, da staccarsi a piacere, e il motociclista potè per tal modo condurre con sè un'altra persona. Ancora un passo, e il motore fu applicato a una carrozza, ed ecco l'automobile che lanciata su le lunghe strade, le divora: passa rombando, avvolta in una nuvola di polvere, così rapidamente che quasi non si vede, e sfida la velocità del vapore, aprendo dietro di sè un lungo solco nell'aria. Fra dieci anni, il cavallo da tiro sarà scomparso: fra mezzo secolo, la forza del motore a gas di benzina, del motore elettrico, sarà applicata fors'anche all'aratro che scava i solchi nel campo, squarciando le zolle perchè vi penetrino l'aria e il sole. Automobili d'ogni forma e per ogni uso: da passeggio, da viaggio, da corsa: grandi automobili omnibus che mettono in comunicazione i

paesi dove non giunge la ferrovia con la stazione più vicina e fra di loro; automobili pubbliche per il servizio nell'interno delle città; omnibus automobili da albergo; carri automobili per il trasporto delle merci. La macchina subentra alla forza dell'uomo e dell'animale in ogni campo d'attività. L'automobile da viaggio gareggia in velocità coi treni più rapidi, e ha sovr'essi il vantaggio di non aver bisogno di gallerie per oltrepassar la barriera opposta dai monti o di ponti di ferro per varcare i fiumi, perchè sale e scende i pendii più rapidi, e le bastano i ponti comuni, che servono ai pedoni e agli altri veicoli.

4. — Un fiume sembrò agli uomini primitivi ostacolo grande. Gli abitanti delle due rive si sentirono separati gli uni dagli altri, e l'ebbero per un danno. Il fiume fu creduto il confine del mondo abitato: quella gente dall'intelligenza non ancora affinata dall'attività della riflessione, si sentì imprigionata nella breve cerchia del suolo asciutto. Ora l'uomo sa che il mare non divide, ma unisce. Le sue vie gli sono tutte note, e le solca intrepido, sicuro, trionfante d'ogni ostacolo, volgendo la prora alla mèta. Le rive dei fiumi furono prestamente allacciate con ponti, e quelli di corso più lungo, più ricchi d'acque, diventarono veri mari interni. La navigazione fluviale è una delle grandi vie per le quali affluisce ai popoli la ricchezza.

I primi ponti gettati sui fiumi d'ampiezza minore furono costruiti con tronchi d'alberi disposti dall'una all'altra riva, sui quali si era sparso uno strato di terra. La prima piena, dopo una pioggia abbondante o lo scioglimento delle nevi, li trascinò via, e il ponte scomparve. Quante volte non accadde questo! Sul letto dei fiumi più larghi, l'uomo imparò a piantar tronchi in piena corrente, induriti col fuoco all' estremità che penetra nel suolo, perchè servissero da pilastri. Ma doveva imparare il segreto della spinta che tiene unite le vôlte, per giungere a costruir ponti in muratura su solide arcate e pilastri di pietra. Allora apparvero i ponti agili gettati su lunghe file di quelle arcate, e fin sopra una sola arca-

ta, veri miracoli dell' arte. Dove la corrente era più rapida, e non sarebbe stato possibile profondare i pilastri nel letto del fiume, ecco i ponti sospesi a colonne piantate su le due rive, per mezzo di canapi o di catene di ferro. Sollevati dalla corrente, indipendenti da essa, non possono venirne svelti e trascinati, e la costruzione riesce assai più facile che in quelli di pietra. Mentre nei ponti fissi la larghezza delle arcate non ha mai oltrepassato i sessanta metri se in pietra, i settantatre se in ferro, i centodiciannove se in legno, quelle dei ponti sospesi possono spingersi fino a cinquecento, superando le valli più profonde e collegando fra esse le sommità più scoscese.

I canapi che sostengono il piano del ponte sono formati da fili di ferro, tutti della medesima grossezza, non ritorti insieme, bensì disposti a fasci paralleli, e legati di tratto in tratto con altri fili ancor più saldi e tenaci.

Insieme con l'arte di fabbricar ponti, si perfezionava quella di costruir mezzi di trasporto su l'acqua.

Fu già accennato alla piroga, navicello primitivo, tratto da un grosso tronco scavato per mezzo del fuoco, che servì primamente sui laghi dove sorgevano le palafitte. Un mezzo ingegnoso per reggersi era quello rappresentato da certe rozze sculture, dove son posti gli uomini a cavalcioni d'otri gonfiate, a guisa di galleggianti.

Dal canotto al piccolo battello mosso dai remi, che non poteva dilungarsi dalle coste, alla nave che trasportò a lidi lontani i primi navigatori e commercianti, i primi guerrieri avidi di conquista, si salì ai velieri che fecero il giro del mondo: alle caravelle su le quali Colombo s'avviò, senza volerlo, alla scoperta d'un nuovo mondo: ai legni sui quali Vasco di Gama passò il Capo delle Tempeste, detto dopo di lui di Buona Speranza: ai transatlantici colossali che misurano fin dugento metri di lunghezza: alle corazzate, formidabili strumenti di guerra. — Accanto ai colossi, torpediniere che lanciano mine subacquee contro i vascelli nemici, e piccoli motoscafi ai quali un motore simile a quello delle motociclette e delle automobili consente di percorrere lunghi tratti di

Storte per la distillazione del carbon fossile. - Officine del gas.

Storte per la distillazione del carbon fossile. - Officine del gas.

mare. Fin la bicicletta e il triciclo furono adattati alla locomozione su l'acqua.

5. — Ma per navigare nella notte, occorre conoscere le vie marittime e le coste. Vanno le navi sul mare, sospinte dal vento che ne gonfia la vela o dalla macchina che palpita nei loro fianchi. Il faro, da lontano, dall'alto, segnala con parole di luce i luoghi, le scogliere, i banchi di sabbia, i pericoli. Ogni faro è congegnato in maniera da potersi distinguere dagli altri. Sembra dire: « Vi saluto, naviganti! » — ovvero: « Qui è il porto; venite! » ovvero ancora: « Girate al largo; qui v'aspetta un'insidia! » — Il capitano guarda ogni faro, e riconosce i luoghi; fra i pericoli, drizza a salvamento la prua.

Nei tempi antichi, i fari si riducevano a fuochi accesi la notte su le balze e su le rupi davanti al mare. Tutte le invenzioni più utili e più grandi hanno umili origini: ma veri fari ebbero pure gli antichi. Chi non udì rammentare il colosso di Rodi? Era una delle sette maraviglie del mondo e sorgeva davanti al porto di Rodi, in forma di statua formata di vari pezzi commessi di bronzo e il manto d'oro massiccio rappresentante Apollo: alta circa 39 metri, e teneva nel pugno una fiaccola, che per una scala interna il guardiano si recava ogni sera ad accendere. Eretto nell'anno 300 a. C., fu atterrato nel 294 da un terremoto. Il metallo del quale era fatto pesava 70 mila libbre, e ne furono caricati 900 cammelli.

Vi son fari *di riconoscimento* e fari *di richiamo*, che servono di guida nell'interno dei porti: fari a fuochi fissi, a splendori, a fuochi fissi alternati con splendori, girevoli, intermittenti, alternativi, scintillanti. Un riflettore potente ne proietta la luce a fasci sul mare. Costruiti in luoghi elevati, s'ergono in guisa che la loro lampada si trovi almeno a 45 metri sul livello dell'alta marea, e possa essere veduta almeno 30 chilometri lontano.

Il faro avverte, guida: la bussola dirige. Questa parola « bussola », in sostanza, vuol dire « scatola ». Non vi stupite: lo strumento è indicato col nome del contenente, invece che con quello del contenuto, e il contenuto della bussola è l'ago calamitato. A chi conosce le

proprietà di quest'ago non occorre spiegare l'uso di esso. Poichè volge il polo positivo, con una deviazione più o meno sensibile, ma che si può calcolare, verso il nord, il pilota, seguendone le indicazioni, orienta col timone la sua nave.

I chinesi usavano fin dall'anno 121 della nostra èra l'ago calamitato per navigare; ma in modo assai rozzo. Essi non facevano che metterlo su l'acqua contenuta in un vaso, dove galleggiava perchè sostenuto da due steli di paglia.

Chi ne fece un vero strumento sicuro, fu nel 1302 Flavio Gioia d'Amalfi, che imperniò l'ago dentro una scatola di legno o di rame, chiamata « bussola » disposta in maniera da rimanere costantemente orizzontale, pur seguendo tutti i movimenti della nave. È inutile ripetere perchè non deve entrarvi il ferro. Invano questa invenzione ci fu contestata: il nome dello strumento, universalmente adottato, attesta bene che è italiano. Gli Inglesi, che se ne attribuiscono essi il merito, altro non fecero se non aggiungervi un quadrante circolare diviso in trentadue settori: la rosa dei venti. D'una persona che va o agisce a casaccio, senza saper dove o come, che ha la ragione annebbiata, si dice: « Ha perduta la bussola ». — Senza la ragione l'uomo non può dirigersi nella vita; senza bussola, il pilota non può navigare. I primi naviganti che non avevano alcun mezzo per orientarsi lontani dalle coste, all'infuori del sole e della stella polare, non osavano avventurarsi in alto mare. La bussola aprì tutte le vie marittime, ne rese possibile la determinazione precisa, allargò il campo delle conquiste umane. Gl'italiani furono grandi navigatori. Su le navi gloriose, Venezia, Genova, Pisa, Amalfi, portarono per ogni dove il nome della patria, procacciandole ricchezze, onore e rispetto. Peccato che discordi e rivali, preparassero con le lotte fraterne la loro rovina.

6. — I treni che percorrono le vie ferrate, i piroscafi che solcano il mare, trasportano passeggeri, merci, corrispondenze. Avrete notato che in ogni treno una carrozza serve d'ufficio postale. La chiamano « ambu-

lante ». Aggiungetevi appunto ufficio, e avrete il sostantivo, sottinteso, « Ambulante » : che viaggia, che va da luogo a luogo, che ora è qui, e fra breve si troverà lontano centinaia di chilometri. In ogni stazione, l'ambulante lascia sacchi di corrispondenze e ne carica altri. Coi piroscafi che s'àncorano nel porto, giunge altra corrispondenza dai paesi d'oltremare. È la posta.

6. — Il nome *posta* vien dal latino, ed è un'abbreviazione. Sentite come i romani avevano disposte lungo le strade principali di comunicazione delle rimesse di cavalli, perchè i messaggeri potessero lasciare i loro, già stanchi, e prenderne dei freschi. Le chiamavano *stationes posita in...* — Traduciamo : — « *stazione posta in...* » e seguiva il nome del luogo. Via via, la denominazione fu abbreviata, e si disse nient'altro che *posita* o *posta*. Si trattava dunque di poste per cavalli; ma il nome passò al servizio di trasporto dei messaggi e delle lettere che si faceva con quei cavalli, e gli rimase anche dopo, quando fu fatto da carrozze e da diligenze. Anzi, si chiamò posta lo stesso veicolo che trasportava la corrispondenza. Lo dicono le espressioni : — « Arriva la posta; passa la posta », che s'ode ripetere anche ora dove le corrispondenze vengono trasportate da diligenze o da vetture automobili.

La creazione della posta, così come s'è descritta, è attribuita al re di Persia Ciro. Aveva fatto sperimentare quale cammino potesse percorrere un buon cavallo da corsa, e poi messi i ricambi a questa distanza. Un primo corriere ne raggiungeva un secondo, e gli rimetteva la corrispondenza; questi ripartiva tosto a spron battuto, e la recava a un terzo; il terzo a un quarto, e così di seguito. Erodoto assicura che non v'era cosa umana così rapida come i corrieri delle strade persiane. — Ah, se potesse rivivere, e vedere oggi! — La posta d'allora serviva al re per trasmettere ordini e per ricevere notizie : oggi, serve a tutti.

I romani altro non fecero che imitare la posta dei persiani. La chiamavano *cursus publicus*, servizio dei *tabellarii* o *cursores*, corrieri pubblici, e le stazioni o

postiones avevano diversi nomi secondo il numero dei cavalli che vi si trovavano e il servizio che vi si faceva : *mutationes*, noi si direbbe ricambi, che disponevano di 20 cavalli, dei quali però si poteva disporre soltanto di cinque al giorno; *civitates*, che avevano 40 cavalli, una casa per i corrieri, un magazzino per i foraggi; *mantiones* o fermate, dove i corrieri e i soldati trovavano asilo, viveri e foraggi per i cavalli.

I *tabellarii* o *cursores* viaggiavano a cavallo; ma vi erano anche le così dette *sedie da posta*, piccoli veicoli tirati da cavalli, per una persona o per due, e carri per bagagli e merci. Da prima, le *sedie da posta* servivano soltanto alle persone investite di cariche pubbliche; ma poi fu concesso anche ai privati, facendone domanda ai consoli e ai proconsoli, che soli potevano concedere il permesso di viaggiare col *cursus publicus*.

E prima? Prima, i messaggi, le notizie, venivano trasmessi da uomo a uomo. Dei corrieri, nelle Gallie, erano collocati a certe distante, e ciascuno le recava al vicino, a piedi. Perciò venivano chiamati pedoni. Dal fondo della Bretagna, un messaggio arrivava a Roma in 26 giorni. — Prima ancora, il pedone isolato trasportava messaggi e notizie fino al luogo di destinazione. Vi siete mai domandati perchè le gare di corsa, ora, si chiamino Maratone? Un soldato greco, il quale aveva combattuto a Maratona, corse ad Atene con tanta rapidità, per annunziarvi la vittoria, che cadde morto appena giunto. Anche oggi i negri impiegati nel servizio della posta in Nubia, corrono agitando nella mano una campanella con un bastone appoggiato alla spalla, su la sommità del quale è infilato il sacchetto di pelle di gazzella contenente le lettere. Lo stesso è dei corrieri giapponesi che trasportano la posta, alcuni trascinando una carrettella, altri in due panieri sospesi alle estremità d'una pertica, che portano equilibrata su le spalle. I corrieri cinesi vengono chiamati « cavalli da 500 chilometri » : corrono tenendo in una mano la lanterna con la quale richiarano di notte la via, nell'altra un ombrello tutto sonagli, e lo zaino pieno di lettere su le spalle. — Prima ancora. Quando gli spagnuoli arrivarono nell'America del sud,

Rane per esperienze elettriche.

Rane per esperienze elettriche.

vi trovarono stabilite delle stazioni di posta, dove invece di cavalli, i corrieri trovavano portatori tarchiati, robusti, dai garetti d' acciaio. Il portatore caricava il messo postale su le spalle, e via. Arrivando alla stazione più o meno lontana, lo deponeva sul dorso d'un altro portatore, che partiva senza indugio di corsa. Curioso sistema, è vero? La prima cavalcatura dell'uomo fu... un altro uomo.

E dopo? Ah, dopo è ben altra cosa! La posta fa il suo servizio sotto i nostri occhi. Scaricati i sacchi della corrispondenza dagli ambulanti dei treni o dai battelli a vapore, viene trasportata all'ufficio postale, che v'imprime il timbro con la data d'arrivo. Nei grandi ufficî, un'infinità di gente è occupata in questo lavoro. Una volta bollati, le lettere, i giornali, vengono distribuiti ai portalettere che li recano ai destinatari, o messi nel casellario della posta, per ordine d'alfabeto.

I sacchi delle corrispondenze dirette a villaggi fuori di mano, dove la ferrovia non giunge, si affidano alla diligenza. Dai luoghi dove non c'è neppur diligenza, il postino si reca a prenderle col biroccino, a cavallo, a piedi, secondo che le vie sono o no accessibili a un veicolo o a una cavalcatura. Il pedone, con la sua borsa a tracolla, per i sentieri che scorciano la strada, sale ai poggi, fa il giro dei casolari, e distribuisce la lettera o la cartolina aspettata forse con ansia.

Dai villaggi, chi ha lettere da inviare le getta nella buca dell'ufficio postale; nelle campagne, le affida al postino, al pedone, dopo averle affrancate, e questi le porta al villaggio, donde verranno avviate secondo il loro indirizzo. È il circolo opposto dell'arrivo: dal pedone alla diligenza, dalla diligenza ai treni minori, da questi ai maggiori, ai direttissimi, ai piroscafi. — Gli esploratori delle regioni polari mettono le loro lettere sotto un mucchio di pietre, sormontato da qualche segnale. Chi sopraggiungerà le invierà al loro destino. I naufraghi introducono le loro lettere in una bottiglia, e l' affidano alle onde. Potendo, in più copie e in più bottiglie, perchè una almeno possa venir pescata e raccolta. Lettere dolorose, che non hanno bisogno di francobollo.

Appunto, e il francobollo come nacque? In principio, ognuno doveva pagar da sè il messaggero al quale affidava la propria lettera. Questi, a poco a poco, applicando senza conoscerla affatto, la legge della moltiplicazione dei servigi, prese a trasportar più lettere o messaggi insieme. Era per lui lo stesso lavoro, e l'invio della lettera costava meno ai mittenti. Così il servizio della posta fu organizzato da privati, e pagava il porto della lettera chi la spediva. Ma gli Stati ben presto assunsero essi la posta, che è un servizio pubblico. Si stabilì una tassa fissa per le lettere, che veniva pagata dal destinatario al riceverla.

Nel 1834, il governo inglese cambiò sistema, e adottò il francobollo, in forma di fascia che il mittente comprava e applicava alla lettera, come noi ora. Così la lettera aveva libero corso. Nel 1839, la fascia-francobollo fu trasformata in una busta; e finalmente lord Rowland Hill, il grande riformatore del sistema postale inglese, adottò il rettangolino di carta ingommata, in uso oggi in tutte le sue varietà.

7. — Conquistati il mare e la terra, allacciate e rese intense le relazioni fra tutti i popoli, lanciati i messaggi a traverso lo spazio con la corrente elettrica, mancava all'uomo la conquista dell'aria. Da gran tempo invidiava il volo agli uccelli: da gran tempo sognava di profondarsi come l'aquila nelle regioni sconfinate del cielo.

La favola racconta di Dedalo, il costruttore leggendario, pur questo. Recatosi a Creta, aveva costruito un intricato labirinto, dal quale chi v'era entrato non poteva più uscire senza un filo che lo guidasse. Venuto in ira a Minosse, re di quell'isola, questi ve lo confinò col figlio Icaro, condannandolo a vivere nella prigione da lui medesimo immaginata. Se non che, l'istinto della libertà ne aguzzò ancora l'ingegno, e però si mise tosto a studiare un modo di scampo. Raccolte delle penne d'aquila, componendole insieme con cera, ne formò due paia di grandi ali, uno per sè, uno per il figlio.

Icaro che volle innalzarsi troppo finì col precipitare miseramente, perchè il sole distrusse la cera e le ali si scomposero: Dedalo raggiunse Cuma.

Favola, sì; ma ha un significato (anche se le ali simboleggiano le vele, chè tali sembrano vedute di lontano), e il significato è questo: che fin da tempi lontanissimi l'uomo tentò la conquista dell'aria. Ma non è favola, che Leonardo da Vinci, il grande italiano vissuto dal 1452 al 1519, del quale fu detto che « dovunque rivolse il pensiero e l'animo, mostrò tanta divinità nelle cose sue », pittore, filosofo, architetto, matematico, fisico, ingegnere meccanico e idraulico, si diede un giorno a ricercare come l'uomo potrebbe innalzarsi nell'aria a somiglianza di Dedalo e di Icaro, e studiò il volo degli uccelli. Avendo in una villetta della sua famiglia, presso Fiesole, il giorno 14 marzo 1505, ucciso un uccello di rapina, gli venne fatto di notare come avesse larghe ali e poca coda. Nuove osservazioni gli mostrarono che tali uccelli, per levarsi in aria, alzano forte le ali, e girando ricevono sotto di esse il vento, che li spinge con molta prestezza. Com'ebbe presa conoscenza del meccanismo dell'ali, delle varie posizioni della testa e della coda, del modo come volavano secondo le pressioni del vento, immaginò un apparecchio che offrisse le medesime condizioni, e ne tracciò il disegno. Fu creduta fino a noi, la sua, una fantasia, perchè appunto che l'uomo potesse volare sembrò una follia, buona per le fiabe e per i romanzi fantastici.

D'altra parte, Giovanni Battista Danti, matematico vissuto a Perugia nel secolo XV, ha fama d'aver compiuto un volo formidabile (formidabile per quei tempi) sopra il lago Trasimeno. Non contento di ciò, volle dare a' suoi concittadini un inatteso spettacolo. In occasione di certa festa, davanti al popolo radunato su la piazza, si lanciò al volo con un paio di grandi ali agli omeri, appunto come Dedalo, fra le acclamazioni della folla. Se non che, spezzatasi a un tratto la molla della quale si serviva per dirigerle, rovinò sopra una chiesa, e si ruppe una gamba. Che avviene allorchè accadono disgrazie o disastri in tali occasioni? V'è sempre qualcuno,

che invece d'intimorirsi, cerca la causa per la quale il tentativo è fallito, e pensa che rimossa quella causa, riuscirà certamente. L'esperienza non scoraggia: acuisce l'ingegno e lo rende perseverante.

Sono due ordini di tentativi che si svolgono quasi parallelamente: quello di navigar l'aria su navicelle sospese a palloni riempiti di gas più leggeri di essa, e quello di volare a somiglianza degli uccelli: la *navigazione aerea* e *l'aviazione*, così detta appunto da *avis*, parola latina, che significa uccello.

8. — Per incominciare dalla prima, un francese, Giuseppe Montgolfier, di Annonay, nel 1782, si trovava in Avignone di passaggio. All'albergo, mentre si scaldava davanti al fuoco, osservò una sottana esposta al fuoco ad asciugarsi, la quale per effetto del calore si sollevava e si gonfiava, e d'uno in altro pensiero, gli venne l'idea che l'aria calda, chiusa in un involucro leggero, avrebbe dovuto sollevarsi nell'aria. Tornato a casa, ne parlò col fratello Stefano, e insieme a lui fece degli esperimenti. Il primo pallone areostatico, di carta, pieno d'aria calda, come quelli che pur oggi, nelle feste delle sagre di campagna, si sogliono lanciar in aria in segno di gioia, fu innalzato in Annonay il 5 giugno 1783, e in pochi minuti salì fino all'altezza di 500 metri fra gli applausi frenetici della folla.

Diffusasi la notizia dappertutto, si moltiplicò l'entusiasmo, e l'esperimento fu ripetuto a Parigi il 27 agosto, facendo partire l'areostato dal cortile delle Tuileries: indi il 19 settembre a Parigi, tra le acclamazioni di una folla immensa. Questa volta il pallone, subito battezzato col nome di *Montgolfiera*, era formato di buona seta incerata e impeciata, ben contornato di corde, e portava appesa una gabbia di vimini, dentro la quale erano un montone, un'anitra e un gallo. Dopo essere salita a grande altezza, la Montgolfiera tornò a terra co' suoi tre areonauti sani e salvi.

Il 21 ottobre, Pilâtre de Rozier e il marchese d'Alendes, per i primi, con raro ardimento, fecero un'ascensione. Intorno all'apertura del pallone era stata costrui-

ta una galleria circolare di vimini, rivestita di tela, nella quale salirono i due areonauti. Il loro viaggio fu felicissimo, e discesi a terra, vennero portati in trionfo dal popolo.

Se non che, gli antesignani della navigazione aerea non sono i fratelli Montgolfier. La gloria d'averla insegnata spetta a un italiano, Tiberio Cavallo, il quale fin dall'anno prima aveva lanciato in aria un pallone di carta coperto di pelli e d'intestini e pieno di gas idrogeno. Le ascensioni si moltiplicarono; ma con le ascensioni le catastrofi. Nel 1875, Pilâtre de Roziers cadeva per il primo, vittima del suo ardimento: altre, in breve ne seguirono.

Il francese Lenormand subito pensò ad applicare alla Montgolfiera il paracadute, in forma di grande ombrello, con funi agli orli per reggere la navicella. In caso di pericolo, si tagliava la corda che univa il paracadute all'areostato e si lasciava questo in balìa di se stesso. La navicella, sostenuta dal paracadute gonfiato dall'aria sottostante, scendeva. Nel centro di esso un foro circolare dava sfogo a quella sovrabbondante. S'è detto che Lenormand applicò, non inventò. Chi aveva inventato, molto prima, era stato Leonardo da Vinci, il quale ci lasciò minutamente descritto il congegno, rappresentandolo con figure.

Nel 1799, Tiberio Cavallo, a Londra, rinnovò l'esperimento con un pallone gonfiato col gas idrogeno, e d'allora questo gas fu sostituito all'aria calda. Per far discendere il pallone, fu aperta una valvola nella parte superiore. Aprendola, il gas ne usciva, mentre l'aria fredda, penetrandovi da un'altra valvola, lo rendeva pesante e ne determinava la discesa. Al contrario, per inalzarlo, veniva liberato l'areostato della zavorra, consistente in sacchetti di sabbia radunati nella navicella. Diminuito della zavorra, s'alleggeriva, tornando a risalire.

Rinata l'idea della navigazione aerea, non fu più abbandonata. A ogni tentativo non riuscito, a ogni catastrofe, corrisposero nuovi sforzi e nuovi perfezionamenti. La via gloriosa fu seminata di vittime: Pilâtre de

Rozier, Zambeccari, Harris, Croce e Spinelli, Tissandier. Ma la pertinacia dell'ingegno umano trionfò, come sempre. — D'altra parte, l'esperienza dimostrò che i pericoli della navigazione aerea non erano maggiori di quelli affrontati da chi viaggia su la terra e sul mare. Su trentamila ascensioni avvenute fino ad oggi, il numero delle catastrofi è in proporzione insignificante.

Ed ecco l'areostato cambiar forma: di sferico, allungarsi, munirsi di ventilatori, di valvole automatiche, di motori meccanici, elettrici e a benzina, a scoppio, di eliche, al paro delle navi che solcano il mare, di timone. Vere navi aeree pur essi, i dirigibili. Non più navicella di vimini, ma composta di tubi d'acciaio o d'alluminio, di grande resistenza, che ne formano l'ossatura, con le pareti ricoperte di tela fortissima o d'alluminio, in guisa che l'aria, scivolandovi sopra, non incontri resistenza. Il dirigibile va, trascorre su l'aria, col suo lieto ronzìo. È qualcosa d'imponente la sua massa, il cui involucro di seta splende nel sole, e s'allontana rapida, sicura.

Quali servigi renderà all'uomo? Esplorazioni geografiche e strategiche, lancio di proiettili sul nemico, trasporto di persone e di corrispondenze: tutto questo è già avvenuto. Chi può prevedere dove giungerà nell'avvenire?

Intanto, l'areoplano leggèro, il grande uccello meccanico, dalle ali di legno e dai tendini d'acciaio, volteggia sotto il cielo, e un uomo calmo, ardito, gli presta il suo invitto cuore, il suo occhio linceo, la sua volontà. — Un balocco da ragazzi, « la farfalla », costruito a Parigi, ne suggerì l'idea. Quattro ali di leggero cartone, disposte intorno a un perno, in direzione obliqua. Il perno penetra in una specie di manico incavato, che viene impugnato con la mano sinistra, e intorno ad esso è avvolta una sottile cordicella. Si tira la cordicella con la mano destra, le ali ruotano rapidamente e la farfalla sale a più metri d'altezza.

Qualcuno pensò alla possibilità di formare un congegno, che a somiglianza di quel balocco si sollevasse e si mantenesse nell'aria per proprio impulso, quantun-

que più pesante di essa. Così furono riprese le prove d'aviazione iniziate dal Dedalo favoloso, e quelle del matematico perugino del secolo XV.

Oramai l'*areoplano* non è più una novità. Lo vediamo ogni giorno volare al di sopra delle nostre città: ha superato le vele e le gole dei monti; può capovolgersi nell'aria e avvolgersi in cerchi spirali, per riprendere subito la sua posizione normale, e proseguire il volo, rombando con lieto ritmo. La navicella figura il corpo dell'uccello, e porta il motore. L'albero del motore, prolungato, mette in movimento un'elica propulsiva, che occupa il posto della coda, e al motore siede l'aviatore impavido, vestito di pelli, per affrontare senza pericolo il freddo. Sopra la navicella si stendono le ali, doppie e parallele se è un *biplano*, semplici se è un *monoplano*. Il motore spande i suoi palpiti formidabili, che accompagnano il volo.

Che manca più? Forse raggiungere la forma ideata da Dedalo, e applicata dal Danti, le ali agli omeri, col motore semplificato, che faccia dell'areoplano il veicolo aereo più semplice, come la bicicletta sul suolo, e che consenta a tutti di prendere il volo con una lieve spinta dei piedi, e di percorrere gli spazi. Come trasformerà il futuro areoplano la vita? Chi lo sa? — L'areoplano presente ha inseguita l'aquila al volo, l'ha raggiunta, è passato su vette inesplorate. — Il domani è gravido di sorprese.

L'aria, percorsa oramai dalle onde herziane del telegrafo senza fili, vedrà altri prodigi: l'uomo, assuefatto alle altezze, non conoscerà più le vertigini, salvo che si volga a guardare dietro di sè. A quali culmini eccelsi lo ha trasportato il suo assiduo lavoro dalla vita presso che animalesca delle età primitive! Gli è che nella sua anima era deposta la divina scintilla del genio, la quale trae alimento dalla propria virtù.

9. — Su la fine del secolo decimottavo, quando Montgolfier s'inalzava a poca altezza dal suolo col suo areostato, un grande poeta, Vincenzo Monti, sciolse un

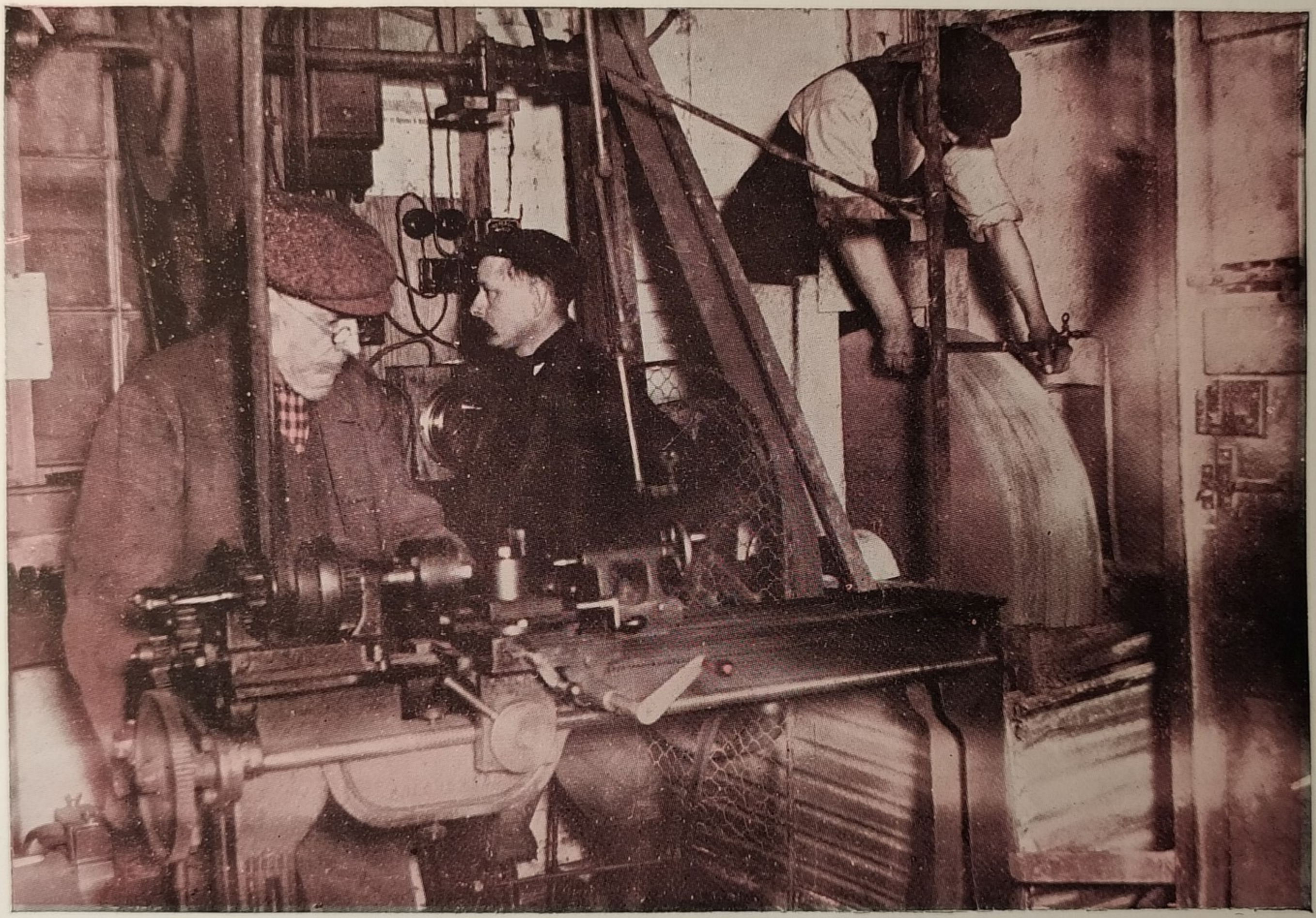
inno alla potenza dell'uomo, affermando che ormai più null'altro gli rimaneva se non debellare la morte.

Che più ti resta? Infrangere
Anche alla morte il telo,
E della vita il nettare
Libar co' Numi in cielo!

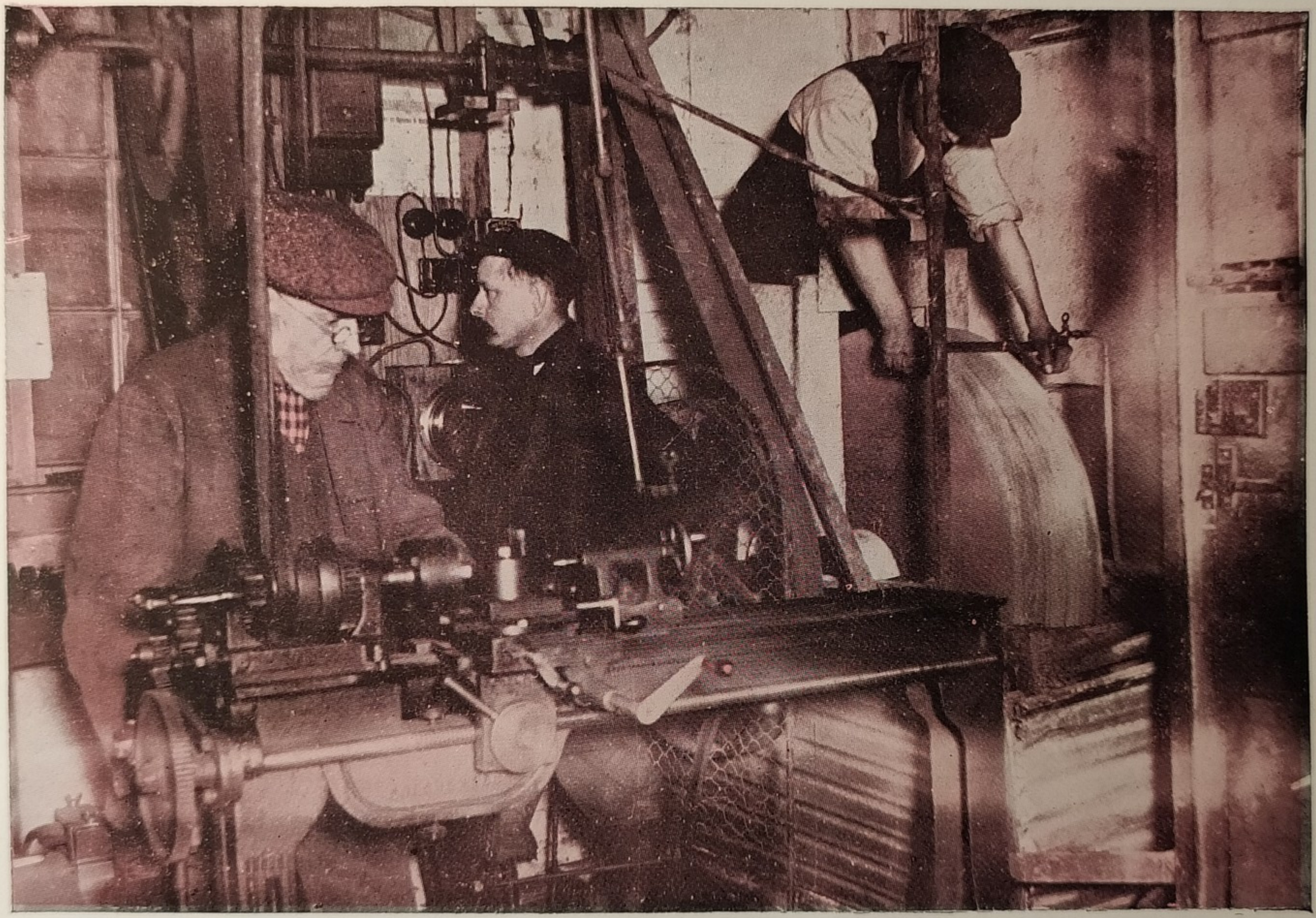
Quale serie di prodigi d'allora! Il dirigibile percorre maestoso i regni dell'aria: il velivolo fende rapidamente il cielo. Le montagne colossali non sono più un ostacolo, chè l'uomo vola al di sopra di esse, e le loro profondità scompaiono, diventano lievi rughe al suo occhio.

Sapete la favola dei Titani? Essi vollero dare la scalata al cielo. Pensate. Presero ad accumulare massi su massi, e via, e via, s'arrampicarono, trasportandone altri. Un masso mal fermo precipitava, schiacciando coloro che s'accingevano a salire? Non s'arrestavano per questo coloro che venivano animosi dopo di lui. Quando un'immane piramide fu formata, Giove, dall'alto, con un terribile urto della mano possente, rovesciò il masso più alto, facendolo precipitare sugli audaci. La piramide crollò tutta, travolse, schiacciò, seppellì gli assalitori. Che perciò? Altri sopraggiunsero, e sui massi insanguinati continuarono con tenacia ostinata l'ardita ascensione.

È la storia dell'uomo. Egli ascende, lasciando dietro di sè una traccia sanguinosa; ma ascende e conquista. Non è il caso di ripetere i quattro versi del Monti, che non sono neppur belli. Credete che l'uomo non pensi anche a debellare la morte? Ci riuscirà? Sarà un bene? Sarà un male? Tutto questo non ha importanza. Egli vi pensa. Ha traforati i monti; ha congiunti i mari; ha create delle città galleggianti con le quali percorre l'oceano e dei battelli sommergibili su cui si sprofonda nel seno di esso: naviga l'aria; lancia il suo pensiero attraverso gli spazi con velocità portentosa; fissa la parola sopra un disco e la riproduce chiara e perfetta; impressiona le immagini in moto sopra una stri-



Fucina elettrica.



Fucina elettrica.

scia di pellicola, e le fa rivivere attraverso un congegno di lenti.

Se qualcuno avesse raccontate queste cose mille anni fa, le avrebbero attribuite alle fate e ai maghi. Ebbene il paese delle fate e dei maghi è diventato una realtà. La vita è ormai un succedersi di portenti. Voi ragazzi avete nell'anima la scintilla d'altre maraviglie. Quali nuove mirabili conquiste, che ora a noi sembrano possibili soltanto nel paese delle fate, saranno compiute fra altri mille anni? Chi può dire che un sogno non si avvererà? che un disegno rimarrà inattuato?

STRUMENTI E ALI AL PENSIERO

1. La scrittura primitiva. — 2. Dove si scriveva e si scrive. — 3. La carta. — 4. La stampa e lo zampino d'un italiano. — 5. Voci lontane.

1. — Un uccello si posa e cammina sopra un terreno cretaceo, molle. Esso vi lascia le orme dei piedi. Allo stesso modo l'uomo lascia le sue orme su la neve, su la terra umida o smossa. Voi potete « leggervi », traducendo in parole quei segni. Certe rocce portano le impronte di animali e di piante. Esse ci dicono che quegli animali e quelle piante esistettero, e ci consentono fin di ricostruirne la figura. — Non è questa una specie di scrittura? Sì, ma non la scrittura intenzionalmente usata. Di questa è mai possibile rintracciare l'inventore? L'invenzione venne da sè, col bisogno di fissare il ricordo di qualche avvenimento o di qualche uomo e di comunicare ai lontani desiderî, bisogni, idee. — I chinesi attribuiscono l'invenzione della scrittura al saggio Ts'ang - Chien, dalla faccia di dragone e dai quattr'occhi, che vide nelle stelle del cielo e nei segni sul dorso delle testuggini i modelli dei quali formò i caratteri scritti. La leggenda dice che nell'India fu Brahma, dio supremo, a insegnare agli uomini la scrittura, imprimendola nelle suture seghettate del cranio umano. Geo-

va l'insegnò agli ebrei incidendo il decalogo col suo dito medesimo su le tavole mosaiche. Gli egiziani la fanno risalire al loro Mercurio, 6333 anni a. C.: scrittura *figurativa*, o *pittografica*, o *ideografica*, perchè i segni di essa consistono in rappresentazioni dirette delle cose che si vogliono indicare, dandone subito l'idea: un uomo, un toro, un pesce, un cane.

Pensereste voi che quelle figure furono usate come scongiuro contro le malattie, contro le insidie e le punture d'animali velenosi? Eppure è così. Venivano incise su rocce, su ossa o su corna d'animali, e si credeva d'allontanare certi pericoli. Anche si disegnava l'immagine d'una persona, perchè si credeva che bastasse pungerla, e se d'argilla o di cera, fonderla, per consumare la vita di colui o di colei che rappresentava. — Ma con figure l'uomo primitivo compose pure vere iscrizioni: rappresentò su le pareti delle caverne calcaree le sue cacce, i suoi duelli, i suoi ornamenti, i suoi scongiuri. — Una volta incominciato, la scrittura seguì il suo svolgimento. Fu un espediente per aiutar la memoria. Come noi, per ricordare una cosa, facciamo un nodo al fazzoletto, i nodi a una cordicella richiamarono questo o quel fatto. Fu rappresentazione diretta d'una data cosa; fu simbolo. Finalmente, diventò fonetica: cioè segno atto a richiamare gli elementi della voce umana. Allora, non si badò più nè alla cosa, nè all'idea, ma alla parola che esprime l'una e l'altra, e per ogni lettera furono adottati dei segni che avevano già rappresentate le cose. — Il nostro *a* deriva dall'*alpha* greco, e questo dall'*aleph* dei popoli semitici, egiziani, ebrei, fenicî, che vuol dire *bue*. Così il *b* deriva da *beta* e *beth*, casa; il *d* da *delta* e *daleth*, porta, e via dicendo. Le figure si ridussero a puri segni schematici, che non ricordano più le cose: ma cercando bene, le figure originarie si ritrovano. — La parola storia, per esempio, si compone dei segni schematici di figure che rappresentarono i denti (*shm*), il suggello (*tan*), l'occhio (*Oyin*), la testa (*resh*), la mano (*iod*), il bue (*aleph*). La figura della cosa diventò la lettera iniziale della parola corrispondente:

Stireria elettrica.

Stireria elettrica.

Shin	
tau	
Oyu	storia
resh	
iod	
aleph	

Pochi segni, ventiquattro in tutto, bastarono a esprimere qualsiasi discorso. Pensate invece alla complicazione delle scritture che hanno un segno per ogni idea, come la cinese, la giapponese, e simili.

« Tsang - Kiè, un dotto chinese, passeggiando un giorno, così la leggenda, su la riva d'un fiume, vide sulla rena impresse molte orme d'uccelli. Con un pennello da lui inventato, le disegnò sopra una tavola di bambù, usando una vernice parimenti di sua invenzione, e formò 540 disegni, dai quali ricavò le lettere dell'alfabeto ». Pertanto, 540 caratteri pittorici, che rappresentano la cosa stessa; indi altri caratteri composti con due dei primi; altri invertiti, per le parole d'opposto significato; altri modificati, per esprimere un significato affine; altri fonetici, dei quali una parte indica la cosa e un'altra il suono, come nei rebus. Vi sono dotti letterati, in China, che muoiono senza aver appreso tutto l'alfabeto, che per i nostri fanciulletti di sei anni è fatica di pochi mesi.

2. — Dove si scriveva? — Non su la carta, come ora. La prima carta, se pure è lecito usar questo nome, furono lastre di pietra, pareti di caverne, ossa d'animali, bronzo, ferro. Ma come lo stato primitivo fu superato e sorse la civiltà, la pianta del papiro, che abbondava nelle paludi egiziane, fornì una vera carta con lo strato interno della sua corteccia, di tessuto finissimo, che veniva tagliato e ridotto in fogli più larghi che fos-

se possibile. Vi si scriveva con una canna sottile appuntita e tagliata, come più tardi le penne d'oca, e ora i pennini metallici, intinta nell'inchiostro fatto con nero fumo sciolto nell'acqua. Della qualità più pregiata si servivano i sacerdoti egiziani, per scrivere i libri religiosi (la parola *libro* nasce appunto dal nome dello strato interno della corteccia di papiro, del quale si faceva la carta), ed era vietato venderla agli stranieri. Gli antichi romani se la procacciavano comprando i libri religiosi, e lavandoli, per tornare a scrivervi su quel che loro piaceva. Tenete presente che allora i libri eran fogli arrotolati.

Ma non soltanto il papiro forniva la carta. Gli antichi scrissero su foglie di palmizio, su tavolette incerate, su lastre d'avorio o di piombo, su tele di lino e di cotone. I chinesi, primi in tutte le invenzioni, affermasi che fabbricassero carta circa quattro mil'anni fa; ma forse non fu che carta di papiro, di scorza di bambù e di gelso, o stoffa di seta, su cui i caratteri, disegnati col pennello, spiccavano benissimo. La carta di cotone, con certezza vi si cominciò a fabbricare verso il 180 a. C. Dagli arabi, che avevano appresa quest'arte in Oriente, dove era diffusa da quasi nove secoli, fu portata in Europa. La carta di cotone riusciva imperfetta, non aveva corpo e si lacerava facilmente. Per questa ragione, veniva usata la pergamena, fatta con pelli d'agnello, di capretto, di capra, di montone, conciate e preparate in guisa da renderle bianche e sottili. Siccome a Pergamo, nell'Asia Minore, quest'arte raggiunse la perfezione, la città diede il nome al prodotto. Su fogli di pergamena, gli antichi scrissero i loro libri.

Voi leggerete o avrete già letto, come tanti ne andassero distrutti. Nel medio evo, quando le tenebre della barbarie s'addensarono sul nostro paese, i primi monaci, che erano uomini dotti, avevano messe in salvo quelle opere nei loro conventi; ma coloro che vennero dopo, ignoranti, e spregiatori della coltura, parte dei fogli di pergamena raschiarono, parte spalmarono di vernice, e ne usarono per scrivervi su le loro antifone e le loro preghiere. Quelle pergamene così conciate si chia-

marono *palimsesti*. Le opere che erano scritte su quelle raschiate furono irreparabilmente perdute: le altre, tolta la vernice, riapparvero, almeno in parte.

I fogli di pergamena, come s'è detto, venivan raccolti in volumi: non però rimanevano staccati. S'incollavano gli uni agli altri, per formarne lunghe e larghe fasce, che venivano arrotolate sopra se stesse. Anche le lettere venivano spedite in forma di rotoli, e legate con un cordone fermato da un sigillo.

Giulio Cesare incominciò a scrivere lettere e libri su fogli numerati, e a spedir le prime piegate. Per i libri, la forma di rotolo durò ancora più secoli. Si scriveva con piccoli pennelli intinti d'inchiostro o con cannucce fesse all'estremità su la pergamena; con lo stelo su le sottili tavolette di legno o d'avorio incerate, che si chiamavano *codex* o *caudex*, (codici) e venivano riunite in pacchetti, simili ai libri moderni. Altre volte s'usavano delle tavolette di legno colorate in bianco, e vi si scriveva con pennello o con creta colorata. Allora si chiamavano *albums*.

3. — La diffusione del pensiero umano con tali mezzi era impossibile. I libri costavano un occhio del capo, sia perchè la pergamena era molto rara e però costosa troppo, sia perchè il lavoro di copiatura non era agevole nè sollecito. Ogni copista non poteva dare che una copia per volta, e spesso piena d'errori. Tre volumi di Pitagora e di Filolao suo discepolo, erano stati pagati in Atene, da Platone, cento mine, pari a più di nove mila lire. Aristotile aveva pagato tre talenti, pari a 16500 lire, le opere d'un altro filosofo. Lo studio non era da tutti. A Roma, lo stesso. Al tempo dell'imperatore Claudio, le migliorie introdotte nell'arte di fabbricare la carta di papiro diminuirono il costo dei libri, ma di ben poco, e nel medio evo, perchè diventarono rari. mancando i copisti, risalirono a prezzi enormi. Una copia d'Orazio fu da un dotto pagata con un podere.

Con mezzi così ristretti, la coltura non poteva che rimaner povera. Incominciò a sollevarsi con l'apparire della carta formata con cenci di lino e di canapa, inven-

zione dovuta al genio industriale d'un italiano, Pace da Fabriano, che aprì la sua fabbrica nel 1340: data certa, attestata da documenti autentici, comunque gli stranieri, francesi e tedeschi, vogliano attribuirsi il merito della scoperta.

Qui è da ricordare che carta di cotone, migliore assai che non quella fabbricata dagli arabi, veniva fin dal principio del medio evo, di Grecia, tanto che si chiamava *cartapecora greca,* perchè spessa, compatta, flessibile, levigata, lucida, da potervisi scrivere con scrittura minutissima. Non tutta e sempre, però, aveva tali qualità, e nel 1221, l'imperatore Federico II, con un editto, dichiarò nulli tutti gli atti scritti su carta « bambagina », perchè scura, spugnosa, e però mal resistente all'umidità.

Carta di lino e di canapa fu pur fabbricata qua e là, in Europa, dal mille in poi; ma con le fibre del lino e della canapa, come la prima ricavata dalla bambagia. Pace da Fabriano pensò di fabbricarla con cenci delle due materie tessili, e la sua cartiera ne andò ben presto celebre.

Non però, com'è affermato da taluno, fu la prima aperta in Italia. Non solo molte altre n'esistevano a Fabriano da meglio che dugent'anni, ma i fabrianesi avevano fondato nel 1200 cartiere a Bologna e in Toscana, e molti perfezionamenti in quelle di Fabriano erano stati introdotti.

Gli stracci di lino e di canapa ammucchiati, si lasciavano fermentare, indi venivano triturati e sfilacciati dentro forti pile a pestelli. In altre pile, nuovi pestelli ne formavano il *pesto,* che passava nei tini, mescolato ad acqua. Allora il prenditore ne raccoglieva col *cascio,* specie di staccio rettangolare, quanto bastasse a un foglio, e facendone scolar l'acqua, rimaneva l'impasto su la tela metallica, donde lo si versava sopra un feltro di lana, coprendolo con un altro, fin che asciugasse, e così via via, un foglio per volta, finchè non fossero molti. Allora s'introducevano in uno strettoio, che ne spremeva l'acqua, e per ultimo venivano stesi sopra una cordicella, all'aria aperta, perchè asciugassero.

Sistema primitivo, lento, faticoso, ma n'usciva carta spessa e liscia, ottima per le scritture, per i disegni, per gli acquerelli a colori: per la stampa che venne poi, però, troppo collosa. I perfezionamenti si succedettero benttosto, e la carta ebbe una produzione colossale, rispondente ai nuovi bisogni della civiltà.

4. — Ecco il propulsore del pensiero: il torchio tipografico. L' opera lenta e malsicura dei copisti non poteva dare che pochi esemplari d'un libro, l'uno dopo l'altro, il più delle volte imperfetti. V'era sete di sapere. Veniva di Grecia un vento di rinascimento della cultura: il bisogno di diffondere le opere dei grandi scrittori antichi, e dei moderni che le illustravano, era vivo in tutti. Ad appagarlo s'accinse in Germania Giovanni Gutenberg. Andavano in giro immagini stampate da incisioni su legno. Si spalmavano le incisioni d'inchiostro grasso, vi si stendevano sopra dei fogli di pergamena o di carta, si premevano nel torchio, e le immagini erano ottenute. Alle immagini veniva aggiunta la leggenda. Con questo mezzo si giunse a stampare pagine intere, tanto da comporre un libro, la *Bibbia dei poveri.*

Gutenberg ne fu stimolato a trovare un mezzo per raggiungere l'intento di stampar libri in grande quantità di copie. Col sistema tabellare delle incisioni, il mettere insieme, incise in legno, tutte le pagine d'un'opera, era impresa da mettere spavento. Un'idea geniale gli venne in soccorso.

Giovanni Faust, di Magonza, dopo aver lavorato dieci anni con lui, senza risultato, venuto in Italia, era capitato nel 1454, a Feltre, dove un modesto maestro, Panfilo Castaldi, teneva una scuola di lingua italiana. A que' tempi, l'Italia esercitava un grande primato nel mondo, perchè i Pisani, i Liguri, i Veneziani, andavano con le loro navi in ogni parte, ed era necessario conoscere la nostra lingua, per usarla nei traffici: al contrario d'ora, che perduto il glorioso primato, siam noi ad aver bisogno d'usar la lingua degli stranieri.

Per insegnar a leggere, Panfilo Castaldi si serviva come un altro grande educatore, suo concittadino, Vit-

torino de' Rambaldoni, di lettere disegnate su cubetti di legno. Riunendo i cubetti, formava parole e proposizioni. Giovanni Faust aveva raccontati al Castaldi i tentativi di Gutenberg e suoi, non riusciti, perchè mancava « l'idea ». Il maestro feltrense glie la suggerì, ed egli la riportò in Germania. I caratteri mobili erano trovati.

Non più incidere pagine intere su tavole di legno, ma in punzoni incavati, fondere lettere di metallo, e trarne asticelle recanti su la sommità i caratteri in rilievo. Avvicinare le asticelle, comporre le pagine, stamparle in un torchio, dopo averle spalmate d'inchiostro. La ricerca del metallo adatto fu ardua, ma coronata da buon risultato. Una lega di piombo e d'antimonio diede un metallo meno duro del ferro, e più duro del piombo, capace di resistere alla pressione del torchio, e da quel momento, la tipografia fu creata. Quale soddisfazione ricordare che il genio italiano vi ha pur la sua piccola parte di merito!

Si prova un senso di sbalordimento, pensando ai primi caratteri fusi rozzamente, al torchio di legno primitivo, in confronto dei moderni sistemi di tipografia. Macchine enormi stampano, mosse dal vapore, dal gas, dall'elettricità, con rapidità vertiginosa: da sei mila a 40 mila copie all'ora. Altre macchine, le *lynotipes*, fondono e compongono al tempo stesso: il giornale, il libro, si moltiplicano portentosamente, comunicano e agitano idee, suscitano sentimenti, propagano il sapere, trasformano continuamente la vita. Libro e giornale fanno della cultura il patrimonio di tutti: i disegni, le illustrazioni li integrano, li rendono più facili e più dilettevoli, educano l'occhio al senso del bello. Il giornale avvicina gli spiriti e li unifica; diffonde le nuove idee; incita, muove, crea e riflette le correnti dell'opinione pubblica; è la voce del suo tempo e il precursore dei nuovi; dà notizia degli avvenimenti. I suoi grandi collaboratori sono il telegrafo e il telefono che glie le trasmettono d'ora in ora da ogni parte, sicchè per esso noi possiamo considerarci presenti dovunque l'attività umana si svolge in tutte le forme, quale che sia la distanza che ce ne separa.

5. — Quale miracolo può ormai venir considerato impossibile? La stampa ha dato ali al pensiero; un altro congegno mirabile registra, conserva, riproduce la voce umana. Pensate. Se quel congegno fosse esistito prima, noi potremmo ascoltar la parola di persone che non sono più, come ora ascoltiamo la voce dei celebri artisti di canto, che ci allietano con le loro melodie: aver l'ilusione che sian vivi e presenti. Voci di cari che ci parlarono con tenerezza: voci di uomini grandi, che ci lasciarono opere mirabili. Voi avete già capito ch'io voglio parlare del fonografo.

In sostanza, il principio sul quale si fonda il fonografo è quello medesimo del telefono. Se parlate davanti a una piastrina ben tesa, capace di vibrare, in corrispondenza con un'altra piastrina alla quale vengano dalla prima comunicate le vibrazioni, essa pure vibrerà, e se le vibrazioni sono state prodotte dalla voce modulata in parole, riprodurrà le parole.

Nel telefono, le vibrazioni della piastrina davanti alla quale parlate non lasciano traccia: nel fonografo si imprimono sopra un foglio di stagnola, e rimangono. È molto semplice, e però molto bello. Il fonografo fissa, scrive, stampa le parole, e le ripete, col riprodurre le cause dalle quali furono fissate, scritte, stampate.

Figuratevi un cilindro orizzontale, sul quale è scavato un solco elicoidale, a passo ristrettissimo. Un foglio di stagnola avvolge il cilindro. Una sottile piastrina d'acciaio, fissata al fondo d'un largo imbuto, vibra sotto l'azione della voce, e siccome ad essa è fissata una piccola e leggera punta, questa partecipa delle sue vibrazioni. Facendo muovere il cilindro per mezzo d'una manovella dopo aver avvicinata la piastrina al cilindro, mentre si parla ad alta voce nell'imbuto, il solco elicoidale passa davanti alla punta, e questa penetra nel foglio di stagno, forandolo successivamente con profondità variabili, corrispondenti ai toni della voce. Volendo far ripetere al fonografo le parole registrate, non si ha che da ricondurre la punta vibrante al principio del solco elicoidale, girando come prima la manovella. Ne avviene che essa entra ed esce per i forellini fatti duran-

te il canto o il discorso, e fa vibrare la piastrina alla quale è connessa, esattamente come prima, sicchè questa riproduce il discorso pronunziato o il pezzo cantato.

Tale era il primo congegno pensato da Edison, il grande inventore americano, che poi lo modificò in più parti. Sostituì una piastra di rame al foglio di stagno, per ricevere le vibrazioni della membrana, in guisa da poter ottenere molte ripetizioni successive del discorso o del canto, senza che la lastra venga guastata dalla punta che vi scorre sopra. Adottò un disco con movimento a spirale invece del cilindro rotante, per applicare o togliere la piastrina da imprimere o già impressa. Applicò al movimento dello strumento un volantino e un congegno d'orologeria, per renderlo più regolare. Il principio della costruzione rimase immutato, anche dopo altri piccoli perfezionamenti, fra i quali l'aggiunta d'una cassetta di risonanza, e la soppressione dell'imbuto.

In grazia del fonografo, voi potete ascoltare un pezzo di musica squisitamente cantato da più anni, in una città lontana, un discorso, una conferenza, una conversazione, una lezione, come se foste presenti. Non avete che a chiudere gli occhi per rendere con la fantasia l'illusione perfetta.

Se verrà trovata la maniera di rendere la lamina vibrante più sensibile, sì che possa riprodurre voci e melodie anche senza avvicinar l'imbuto a chi parla o canta, o allo strumento che vien suonato, quante applicazioni utili non avrà ancora il fonografo! Comprando qualche disco, voi potrete ascoltare le lezioni dei vostri professori, pur non andando a scuola.

PACE E GUERRA

1. La sera di Santa Rosalia a Palermo. — 2. Armi e macchine da guerra primitive e medievali. — 3. La polvere pirica. — 4. Le armi da fuoco. — 5. La guerra moderna.

1. — La sera del 14 luglio, Palermo, per antica usanza, brucia fuochi artificiali in onore di Santa Rosalia, la simpatica patrona della città, che i palermitani, con affettuoso vezzeggiativo e diminuitivo insieme, chiamano « la santuzza ». — Sono girandole multicolori, fontane di scintille iridescenti, castelli incantati di luce che sorgono e scompaiono, diffondendo sul Fôro Italico, in vista del mare, luci e splendori violetti, azzurri, d'oro. La macchine pirotecniche (molti di voi sanno certo che quel *piro* vuol dir fuoco, e *tecnico* arte, e però « arte di lavorare il fuoco ») s'incendiano crepitando, e i razzi solcano il cielo sereno, quasi per salire a raggiungere le stelle, e s'ode ad ora ad ora il rumore caratteristico delle cadute d'acqua, interrotto dallo scoppio dei petardi.

Peccato che ogni 14 luglio abbia la sua nota dolorosa. È un petardo che lancia intorno l'esplosivo del quale è carico; è un razzo che cade in mezzo alla folla, portandovi lo spavento e la confusione; e quasi sempre si hanno delle vittime. Le macchine del fuoco sono pericolose, e il godimento degli occhi non compensa le sventure che producono.

Eppure, meno male se gli esplosivi servissero soltanto per rallegrare le folle nelle grandi feste! I pericoli si

potrebbero forse evitare. A Palermo sarebbe facile drizzar le macchine del fuoco sul mare, a breve distanza dalla riva, davanti al bel fôro incantato, e forse lo spettacolo diverrebbe ancor più fantastico. Nelle fiabe, si descrivono talvolta castelli di fuoco, nei quali abitano esseri misteriosi, che han la virtù già attribuita alle salamandre, e piogge di rubini, di topazi, di turchesi, di diaspri, d' ametiste, di diamanti. A specchio dell'acqua, la pioggia di fuoco fatato moltiplicherebbe i suoi incanti maravigliosi: pioggia di fuoco dall'alto, e costruzioni di scintille che brillano e scompaiono, spegnendosi nel turbinìo di vapori colorati, evanescenti; e pioggia nel seno del mare, splendori che salgono « dal silenzio del verde fondo ». Un'ora di prodigi strani, prodotti dal fuoco, diventato plastico, obbediente, fra le mani dell'uomo dominatore e creatore, in cui la fantasia è potente al pari dell'intelletto: un'ora di sogno, che esalta e rapisce.

I popoli meridionali, dal sentimento caldo e dalla fervida immaginazione, amano gli spettacoli del fuoco divino che guizza, brilla, si dissolve in vapori di luce, si profonda nell'azzurro cupo del cielo, si espande in miriadi infinite di scintille, si polverizza per formare cascate magiche.

È probabile che veramente, come viene affermato dai più, la materia da produrre fuoco e l'arte di lavorarla, fosse conosciuta da tempi antichissimi in Oriente, dove la fantasia è sempre accesa, e pronta alle divinazioni. Chinesi, Indiani, Greci, Arabi, Saraceni, conobbero forse la pirotecnia, e però l'esplosivo diremo così elementare, la polvere pirica. I Chinesi, che anticiparono tutte le scoperte, affermano d'aver conosciuta la polvere pirica fin da 2400 anni avanti l'èra volgare. Se la storia non registra alcuna applicazione di essa alla guerra, si deve attribuire questo fatto alla mancanza di armi da fuoco, che furono inventate assai tardi per la conquista e la distruzione. In ogni modo gli effetti estetici del fuoco furono presso quei popoli assai meno attraenti di quanto diventarono poi, col sussidio della chimica, da cui il pirotecnico apprese a servirsi di sali e

polveri metalliche per colorare il fuoco (sale di stronziana per il rosso, di rame per l'azzurro, di bario per il verde, di sodio per il giallo).

2. — Le prime armi furono foggiate, come vedemmo, dall'uomo primitivo, sollecitato dal bisogno di difendersi dalle belve e da quello di procacciarsi l'alimento con la carne degli animali che uccideva. Ma le prime tribù furono pacifiche. Solo col progredire delle arti, con l'occupazione del suolo, nacquero i litigi e le guerre, specialmente fra tribù dedite alla pastorizia, e tribù agricole. Il pastore invade col gregge il campo seminato, e ne fa pascolo: donde nell'agricoltore il bisogno di proteggerlo e difenderlo. Poi dalle tribù troppo numerose, alle quali non bastava più il suolo occupato, i giovani presero a sciamare per trasferirsi altrove, sui poggi, su le rive dei fiumi o dei laghi, cacciandone, se già occupati, coloro che vi dimoravano, cosa che non avveniva senza trovar resistenza, e però la guerra. Addomesticati da coloro che avevano dimora fissa gli animali, formate per lo spirito di previdenza educato dal bisogno le provviste di alimenti, la ricchezza d'allora, le tribù che vivevano di preda le assalivano per procacciarsi le cose utili senza fatica: armati gli assalitori, armati i difensori. La cupidigia partorì le guerre, e gli uomini rivolsero gli uni contro gli altri le armi. Armi di legno, di pietra, di bronzo, di ferro, e finalmente d'acciaio temprato: pugno con o senza nodi, clave, flagelli, fruste, giavellotti di legno con la punta indurita al fuoco, dardi con la punta avvelenata, lame da lanciare, picche, lance col fusto di legno e la punta di pietra o di metallo, spesso uncinate per renderle laceranti nel ritrarle dalla ferita, pugnali, spade corte e lunghe, asce, mazze per l'offesa. Per la difesa, elmi di vimini o di legno, o formati con la pelle tolta alla testa di qualche animale (tori, cervi, renne, leoni); corazze di cuoio spesso, larghi scudi o ripari di corteccia d'albero. L'ingegnosità umana si scaltrì per tempo nell'arte d'offendere e d'uccidere, che l'avidità e le passioni resero necessaria. Via via, così le armi difensive come le offensive furono fabbricate di

bronzo, di ferro, d'acciaio, e... strano da notare, spesso in foggia che ricorda gli animali, come l'elmo, sormontato da creste e da pennacchi, a somiglianza delle teste d'uccelli e di quadrupedi.

Indi vennero le macchine da guerra: fionde e baliste per lanciar sassi, proiettili di pietra e frecce; *carri falcati*, muniti di lunghe spade che uscivano dall'asse delle ruote, disposte a raggiera, sicchè ruotavano in giro con l'avanzar del carro in mezzo ai nemici, tagliando quelli che l'avvicinavano; *testuggini*, specie di gallerie mobili, sotto le quali s'avanzavano riparati gli assalitori contro città assediate, per colmar fossati e aprir brecce spingendosi contro le mura; *arieti*, grosse travi tenute sospese orizzontalmente con funi; *catapulte* che lanciavano lontano, a grandi altezze, pietre e materie da incendio; *torri* mobili, corazzate, dalle quali, su ponti levatoi avvicinati alle mura nemiche, tentavano e riuscivano talvolta gli assalitori a entrare nelle città; *archi* e *balestre*, quelli da tendere con la mano, queste col piede, per lanciar quadrelle e moschette dall'alto delle torri, mediante le corde spesse di minugia!

Gli strumenti offensivi e difensivi ricevevano sempre nuovi perfezionamenti con l'inasprirsi delle lotte. Il medio evo, fra i torbidi, non solo vide guerre sanguinose fra città e città, fra castello e castello; ma tra fazione e fazione, in una stessa città, dove si combatteva da una via all'altra, e si tramutavano, se pur già non erano, in fortezze munite di merli e di feritoie per offendere senz'essere offesi, palagi e case. Ancora, nei palagi antichi, si vedono in capo a ogni vano di scale grosse sfere di pietra o di bronzo, che si facevano rotolar dall'alto contro chiunque osasse forzare il passo per quella via.

3. — Durante il medio evo, dalle torri dei castelli e delle fortezze, insieme alla pece fusa e all'olio bollente, veniva lanciato il fuoco volante. Gli assalitori con esso tentavano d'incendiare villaggi e accampamenti. Sembra che consistesse in una miscela di sostanze esplosive, grossolanamente composta, carbone tritato, zolfo,

colofonio, nitro: la polvere pirica in embrione. L'uso del fuoco nella guerra è pertanto assai più antico di quanto siasi pensato e creduto.

Non è egli vero che Archimede lo produceva concentrando i raggi del sole negli specchi ustorî (grandi lastre metalliche lucenti) per incendiare le navi romane? Insieme aveva trovato il mezzo di produrre una specie di fuoco (non si sa in che consistesse) che ardeva nell'acqua, e niente poteva spegnere. Terribili mezzi di distruzione, dei quali andò perduto il segreto, come quello delle formidabili macchine che calate in mare a guisa di braccia colossali, sollevavano e rovesciavano le navi, come gusci di noce.

Chi scorre la storia antica trova più volte menzionato il fuoco greco, e veniva tratto da una mescolanza non bene proporzionata di zolfo e carbone, che s'avvicinava alla nostra polvere pirica. L'invenzione di essa fu attribuita a un tal Callinico, il quale l'avrebbe ottenuta nell'anno 678 dell'èra nostra, vale a dire appunto nel medio evo; ma è da credere che derivasse da Archimede, e d'altra parte già da gran tempo chinesi, mongoli, indiani, conoscevano l'arte di formar miscele incendiarie con nafta, bitumi, petrolio.

Marco Greco, nel 900 insegnava così a comporre fuochi per bruciare i nemici: — « Prendere zolfo puro, tartaro, resina, pece, salnitro fuso, petrolio, olio di salgemma, farli bollire insieme, intridervi stoppa, e appiccarvi il fuoco, che soltanto l'orina, l'aceto, la sabbia potranno spegnere ». — Si lanciava questa miscela dalle fortezze, o la si soffiava contro gli assalitori con apposite trombe, che anticipano le canne dei futuri *focili* o *fucili*, specialmente quelle allargate all'estremità superiore de' così detti *tromboni*.

I Saraceni, nel secolo undicesimo, usavano in guerra certe lor mazze, che spezzandosi improvvisamente sul corpo del nemico, lo coprivano di fuoco greco. La loro cavalleria portava bocce di vetro, con l'orlo spalmato di zolfo, piene di questa miscela. Acceso lo zolfo, le lanciavano contro i nemici, sicchè scoppiassero, avvolgendoli nelle fiamme.

Nell'anno 1147, gli arabi assediati in Lisbona si difesero, si legge, con artiglierie. Non è da attribuire alla parola il significato che ha oggi. Il fuoco veniva lanciato con la baliste e le catapulte, adattate a quest'uso; ma la data ci dice che in Europa esisteva a quel tempo la polvere pirica, o un composto esplosivo che le si avvicinava per la presenza del nitro, del carbone e dello zolfo.

Guido da Montefeltro, nel 1281, aveva già a' suoi ordini una squadra di schioppettieri. Con la polvere pirica erano dunque nate le prime armi da fuoco portatili. Il monaco Ruggero Bacone, al quale ne fu attribuita l'invenzione, altro non fece che descrivere la composizione e gli effetti della polvere nel suo libro *Opus maius* scritto intorno al 1260. — E se questo è di lui, che dire dell'altro monaco, il francescano Bertoldo Schwarz, che secondo alcuni l'avrebbe scoperta nel 1320? — Narra uno scrittore tedesco: — « Bertoldo Niger (Schwarz vuol dir negro), alchimista, s'era proposto di render solido il mercurio, dandogli la durezza e le proprietà dell'argento. A tale scopo, mescolò il mercurio con zolfo e salnitro, chiuse la miscela in un vaso di rame, e la pose al fuoco per scaldarla fortemente. Se non che a un tratto udì con spavento una terribile detonazione. Il vaso era scoppiato in schegge, lanciate per aria. Egli diede un'altra direzione alle sue ricerche, e scoprì la polvere ».

Il fatto può essere vero. Infinite volte accadde che venisse scoperta una forza già da altri conosciuta. Pascal, giovinetto, dicesi trovasse il celebre teorema di Pitagora, che non credeva esistesse. Ma la polvere pirica era già stata da più secoli inventata, non da uno solo, bensì dalla collaborazione di più, succedutisi nel tempo, e rimasti ignoti. Si compone di 74 parti su cento di nitro, 15 di carbone, 11 di zolfo, e la composizione fu insegnata contemporaneamente in più luoghi dall'esperienza. Strumento micidiale degli odî fra gli uomini, riconosciamone però anche i beneficî. Con le mine cariche di polvere non si spezzano forse le rocce, dalle quali prendiamo la pietra per fabbricare? Ogni cosa ha il suo male e il suo bene: il coltello che ferisce serve pure a

tagliare il pane e a lavorare il legno; l'acqua che disseta, in grande, eccessiva quantità, produce dolorosi disastri. La guerra stessa è un male? La pace « solleva le ali candide dal sangue ».

4. — La proprietà sovrana della polvere pirica è quella di trasformarsi, accesa istantaneamente, in una grande quantità di gas, ad alta temperatura, che dilatandosi urta e spinge un corpo col quale si trovi a contatto. Ricorderete infatti i tentativi di Huygens per utilizzarla come forza motrice. In un con la polvere, infatti, vedemmo nascere le armi da fuoco, le quali non sono che macchine congegnate in guisa da mettere a profitto la forza elastica del carbone, per lanciar proiettili a grandi distanze. Il proiettile sostituisce lo stantuffo. Essendo libero, per l'urto violento, viene spinto fuori dalla canna cilindrica nella quale è contenuto, e giunge al segno, per la precisione della mira, che a poco a poco i perfezionamenti introdotti nelle armi da fuoco moderne resero possibile.

I primi cannoni, detti *bombarde,* furono di peso e di proporzioni enormi, collocati su affusti ben solidi, e lanciavano grosse palle di pietra; ma sembra che queste fossero ben presto sostituite da proiettili metallici, se il Petrarca, nel 1331, poteva scrivere ad Azzo di Coreggio, principe di Parma: « Meraviglia è che tu non abbia eziandio palle di metallo, le quali spinte dal fuoco si traggono con orribile tuono ».

Caricata la bombarda, il bombardiere ne riempiva di polvere il focone, e con altra formava una striscia, all'estremità della quale appiccava il fuoco mediante un'asta di ferro arroventata. La precauzione, usata anche ora dai minatori, gli consentiva di mettersi fuor di pericolo, in caso di scoppio (la precauzione stessa dice che tali casi dovevano essere frequenti). allontanandosi.

I progressi furon solleciti e grandi. Si fusero cannoni d'un sol pezzo, resistenti, che presero il nome di *colubrine,* e s'usarono proiettili di metallo. Carlo VIII, scendendo in Italia per conquistare il regno di Napoli,

aveva seco 140 bocche da fuoco su affusti a ruote, tirati da cavalli e da muli, sicchè l'artiglieria poteva seguire passo passo l'esercito.

Invenzione di capitale importanza fu quella dei proiettili cavi scoppianti: da prima piccole palle cave di ghisa, piene di polvere e d'altri proiettili riuniti, dette granate, da gettare a mano in mezzo ai nemici, dopo avervi appiccato il fuoco, e ben presto adattate a bocche da fuoco speciali, che si chiamaron *mortai*. Eran fatte sul principio di due mezze sfere unite per mezzo di caviglie di ferro, poi vennero fuse d'un sol pezzo.

Rapidamente, i congegni da guerra si fecero sempre più micidiali: nuove forme di proiettili vennero escogitate; nuovi esplosivi impiegati. Riandare la serie dei perfezionamenti richiederebbe tutto un libro per sè. Il vecchio cannone che si caricava dalla bocca è scomparso: la carica ora avviene dalla parte posteriore, munita d'un sicuro congegno di chiusura: il proiettile è provveduto di fulminante, e basta la percussione ad accendere la polvere che contiene e a lanciarlo. Fabbricato con acciaio e ghisa indurita, perfora mura ed erte piastre metalliche, e la mitraglia che contiene, dove giunge, semina a sfaglio la strage.

Le armi portatili d'oggi non si riconoscono più dalle vecchie, che richiedevano l'uso dell'acciarino per accender la polvere versata nel focone. Fin quelle che tennero dietro, munite di un congegno per accendere la polvere, percuotendo sopra un tubetto contenente materia esplosiva, son roba da museo. Strumenti perfetti, i fucili moderni possono in pochi secondi scaricare un numero straordinario di colpi.

5. — La creazione delle armi da fuoco, i ritrovati sempre più micidiali, trasformarono la guerra. In antico, l'abilità strategica dei comandanti aveva la sua importanza. Il modo col quale muovevano e distribuivano i loro eserciti, l'esempio personale di valore che davano, erano mezzi potenti di vittoria: ma gran parte di questa dipendeva dal valore dei singoli soldati. Nei fatti d'armi, si combatteva a corpo a corpo, e bastava spesso

Macchina elettrica da salumiere.

l'impeto entusiasta dei combattenti a decidere del risultato.

Oggi, questa condizione di cose è invertita. La maggiore importanza è passata all'arte strategica di chi dirige le operazioni di guerra. Non basta più la parola che suscita gli entusiasmi. Le guerre vengono combattute dalla tenda del generale, che dirige le grandi masse armate, dopo averne studiati e disposti i movimenti col suo stato maggiore sulla carta topografica. La riuscita è l'effetto della lunga preparazione, e senza questa, pur con eserciti valorosissimi, si possono riportare dolorose sconfitte. La strategia meditata, la tattica abile, assicurano la vittoria: ciò che non esclude l'abnegazione del soldato, il suo coraggio, la sua resistenza alle fatiche, il suo spirito di disciplina, la sua devozione alla patria. Ma gli atti di valore personali integrano la strategia del comandante, non possono supplirla se sbagliata. Un errore di tattica può condurre un esercito forte alla distruzione. La guerra è essenzialmente una scienza.

Con l'invenzione della polvere da sparo, anche l'arredamento del soldato si fece più leggero. Non più le pesanti armature, gli elmi dalla barbuta soffocante, le lunghe alabarde e gli scudi. Il coraggio intrepido, le virtù dello spirito, sono scudo e corazza al soldato.

Napoleone I fu il maestro dell'altre strategica moderna: le sue vedute geniali, l'intuito pronto delle situazioni di cui trarre profitto e di quelle da creare, costituiscono il segreto delle sue vittorie. Egli insegnò ad agire con masse compatte d'armati, disposte a cuneo per dividere le forze del nemico, allontanarlo da' suoi centri di riserva e di rifornimento, aggirarlo o confonderlo con marce rapide e ardite, sgominarlo con assalti frequenti.

Oggi, i mezzi veloci coi quali si possono portare sul teatro della guerra le milizie che occorrono, allontanarne le stanche, sostituirle con altre fresche; la potenza e la precisione delle armi da fuoco, il moltiplicarsi dei mezzi di segnalazione, rendono le guerre più micidiali, ma anche meno disastrose e più prontamente decisive.

Ma dalle gesta guerresche, dai campi insanguinati, l'anima umana si solleva « in più spirabil aere », anelante di pace, e sogna tutte le genti affratellate insieme, concordi nell'attività che produce la ricchezza, nell'amore che fa lieta la vita. L'istinto brutale della lotta, che dà il predominio e la ragione al più forte, dev'essere infrenato e domato. È questa la grande vittoria alla quale la civiltà, procedendo trionfante nella sua via gloriosa, deve condurci: le macchine micidiali, fuse e nuovamente foggiate in strumenti di ricchezza e di benessere.

I PRODIGI DELLA LUCE

1. L'azione della luce e la camera oscura. — 2. Il Kodak di Giacomino e l'eliografia. — 3. Come si fa una fotografia. — 4. Stereoscopio e cinematografo. — 5. Le meraviglie dell'ottica: telescopi e microscopi. — 6. Quel che ci rivela la luce.

1. — I fatti più comuni sono i meno osservati, e, in ogni modo, quelli sui quali meno si suol riflettere. Eccovene uno molto semplice. La luce scolorisce gli oggetti. La luce esercita dunque un'azione chimica. Un vestito nero diventa, a lungo andare, verdognolo o rossiccio, secondo la qualità della sua tinta. V'insegnerò un mezzo facile per ottenere il disegno dal vero d'una foglia con tutte le sue nervature e i suoi frastagli. Io l'appresi per caso.

Avevo spiccata una foglia dalla pianta di geranio che era in un vaso posato su la balaustrata del balcone. Era presso il tramonto, e il sole v'aveva sferzato su durante la giornata, con tutta la veemenza, i suoi raggi. Avevo dunque spiccata quella foglia, per metterla tra i fogli d'un libro.

Naturalmente, vi restò a lungo dimenticata; ma un giorno andai a riaprire il libro per cercarvi or non ricordo più quale notizia, e vi ritrovai la foglia di geranio, diventata tesa, rigida e fragile. Questo non mi stupì. Mi stupì invece il ritrovarne l'impronta, più bianca sopra una pagina, perfettamente disegnata. Perchè mai quell'impronta, dunque, da una parte sola? Per una ra-

gione ovvia. Ve l'aveva impressa la superficie della foglia che era rimasta esposta durante più ore al sole, impregnandosi, dirò così, de' suoi raggi. La luce assorbita aveva esercitata su la pagina la sua azione, scolorendola in tutta la superficie occupata dalla foglia.

Ne feci la riprova con altre foglie, con carta frastagliata, e avvenne lo stesso. Avvenne di più. Avendo esposta e tenuta in pieno sole per tutto il pomeriggio la vignetta ritagliata da un giornale illustrato (era, lo ricordo benissimo, il ritratto di Verdi), la ritrovai perfettamente delineata sul foglietto di carta comune che vi avevo deposta: con questo, che le parti bianche apparivano immutate, e le nere, giallastre. Si capisce: le parti nere avevano assorbita tutta la luce, e le bianche niente. Queste non potevano dunque esercitare alcuna azione su la superficie bianca.

Questo è un fatto: eccone un altro, che va combinato col primo. In un pomeriggio d'estate, m'ero buttato sul letto per fare un sonnellino. Avevo chiuse le imposte, ma per uno spiraglio piccolissimo, simile a un forellino, entrava un fil di luce, che si proiettava in un circolo chiaro sul soffitto. In quel circolo, vedevo apparire figure di persone che andavano e venivano, di carrozze, di cani, ma rovesciate. Vi sarà facile ripetere l'esperimento, praticando un forellino nell'imposta di una finestra, ben chiusa da ogni lato. Se porrete un foglio di carta bianca davanti al forellino, vedrete apparirvi su le immagini colorate degli oggetti esterni, esattissime: soltanto, i contorni saranno un poco incerti e confusi.

Notate tutto questo: la luce esercita un'azione su certe sostanze; la luce riflessa dagli oggetti sui quali cade, se entra per un forellino dentro una camera oscura, ne proietta dove cade le immagini rovesciate.

Questo osservò per il primo (sembra quasi impossibile che fosse sfuggito a tanti), nel 1451, Leon Battista Alberti, e un secolo dopo, nel 1560, Giambattista Porta ne derivò la camera oscura. Sapete che è un ingegnoso ritrovato? Per correggere e rendere netti, chiari, i contorni delle immagini, egli adattò al forellino una

Cucina elettrica.

lente convergente, cioè biconvessa, e ottenne tosto l'intento.

2. — Giacomino, col danaro accumulato nel salvadanaro, ha comprato un piccolo e grazioso Kodak. Eccolo qui. Pare un libro; ma non avete che da allungarne il soffietto, e diventa, finchè sia chiuso, una camera oscura. Ma sì, c'è tutto. Sul davanti, a una piccola apertura, è adattata la lente che rende convergenti e riunisce su la parete opposta i raggi luminosi quando l'attraversano. Volete veder bene le immagini che essi compongono? Mettete il capo sotto un panno nero che copra, sì, anche il Kodak, ma non la sua parte anteriore, cioè il foro nel quale è la lente. Ora aprite lo sportello che ne forma il lato posteriore, vi troverete un vetro smerigliato. Benissimo. Premete la molla che è sopra l'*obiettivo* (il foro con la lente si chiama così), ed ecco, sul vetro smerigliato, le immagini, rovesciate, s'intende bene, delle cose che si trovano di faccia: un albero, un suonatore ambulante che suona il suo organo, un palo del telegrafo, una schiera di soldati che passa. Maraviglioso, non è vero?

Se chiudeste lo sportello, non vedreste più niente, ma le immagini continuerebbero a disegnarsi precise e limpide lo stesso. Miracoli della camera oscura. Perchè non vi si disegnino più, bisogna toccare di nuovo quella tal molla, e chiudere l'obiettivo.

Allora, se aprite, sul fondo della cassettina a soffietto, cioè su la lastra smerigliata, trovate proprio un bel niente. Le immagini non hanno lasciata traccia. Peccato, non è vero? Sarebbe stato pur bello fissarle sopra un foglietto, come quelle che io ottenevo dalle foglie, dai frastagli, dalle vignette, e conservarle!

Questo è ben possibile ora, e però Giacomino ha conservato il suo Kodak. Ma ci vorrebbe altro per ottenerle sopra un foglietto di carta comune! Bisognerebbe lasciar l'obiettivo aperto davanti agli oggetti in pieno sole tutto un giorno intero, per ottenere, forse sì, forse no, un'immagine scolorita, pallida, appena visibile.

Occorre dunque sostituire al vetro smerigliato una

lastra coperta da una sostanza molto sensibile alla luce, su la quale i raggi possano imprimere con rapidità le immagini. Ci aveva pensato, fin dal 1780, Alessandro Charles, fisico francese, ma in modo assai imperfetto e senza camera oscura. Stendeva sopra un foglio di carta bianca una soluzione di cloruro d'argento, e lo collocava in modo che una persona o un oggetto esposti ai raggi solari vi proiettassero sopra la propria ombra. La parte del foglio su la quale non cadeva l'ombra n'era tosto annerita, mentre l'altra rimaneva bianca per pochi minuti, dopo i quali anneriva anch'essa. Possiamo ben dire che Charles fotografava le ombre, ma che gli sfuggivano anch'esse.

Niceforo Niepce, chimico, ebbe maggiore accorgimento. Nel 1826, spalmata d'un certo bitume resinoso, detto di Giudea, che risente abbastanza intensamente, quantunque non rapidamente, l'azione della luce, una lastra di rame inargentata, la collocava dentro la camera oscura davanti all'obbiettivo, e come la luce v'aveva impressa l'immagine (occorreva a ciò la bellezza di dieci ore) la toglieva per immergerla in un miscuglio d'olio, di petrolio, d'essenza di lavanda. Le parti più colpite dalla luce restavano intatte, le altre si scioglievano. Tolta la lastra dal miscuglio, l'immergeva in un debole acido, e l'immagine rimaneva fissata, ma al rovescio e con le parti che corrispondevano al bianco delle cose, nere, e con quelle che corrispondevano al nero, bianche. Otteneva, insomma, per usare la parola adottata dai fotografi, una *negativa*. L'acido però intaccava e decomponeva il metallo nelle parti non più protette dallo strato di bitume, e così bastava applicare quella lastra su un foglietto di carta preparata, per averne delle copie *positive*, nelle quali cioè i chiari e gli oscuri erano ristabiliti. Questa sua arte d'ottenere immagini su lastre di metallo fu da lui chiamata *eliografia*: arte di disegnare col sole.

3. — In quel tempo viveva in Parigi il pittore di scene Luigi Daguerre, il quale stava appunto studiando come fissare le immagini proiettate da Porta nella

camera oscura. Com'egli ebbe notizia dei risultati ottenuti da Niepce, tosto s'associò a lui, e non importa se nella società si fece la parte del leone, lasciando morire il socio nella miseria: la scoperta fu perfezionata. Un chimico svedese aveva fin dal secolo prima accertata la proprietà delle sostanze contenenti argento, di annerire sotto l'azione della luce. Furono pertanto sostituite lamine d'argento o di rame inargentato a quelle fin lì usate, ed esposte ai vapori di una sostanza chiamata iodio. Questa, combinandosi con l'argento, formava il *joduro d'argento*, che ha una grande sensibilità. Portata la lamina così preparata nella camera oscura, ed esposta all'azione dei raggi luminosi, concentrati sovr'essa dalla lente, l'immagine vi rimaneva impressa, ma non visibile. Appariva soltanto per effetto dei vapori di mercurio nei quali veniva tosto immersa. Non rimaneva che passare la lastra in un bagno d'iposolfito di soda, per disciogliere l'*joduro d'argento* non alterato dalla luce. Nel 1839, la maravigliosa scoperta della fotografia era compiuta.

Altra strada fu percorsa da quel tempo, vale a dire da 75 anni a questa parte! — Ora tutto si è straordinariamente semplificato. Domandatene a Giacomino che ha nel suo Kodak un servitore fedele e inseparabile. Non più la lastra di metallo, ma lastre di vetro o una lunga striscia di pellicola, coperte da uno strato di gelatina unita al bromuro d'argento, e fabbricate per mezzo di macchine perfette, sensibilissime alla luce. Il piccolo Kodak è munito dell'otturatore meccanico, ingegnoso congegno che una molla di scatto mantiene aperto a volontà e che si rinchiude automaticamente dopo una frazione di secondo. Il guizzo di luce più o meno breve, secondo che l'oggetto da ritrarre è molto o poco illuminato, raggiunge la superficie sensibile della lastra, e v'imprime l'immagine invisibile. Non solo con la velocità dello scatto vien moderata e regolata la luce, ma una serie di diaframmi aperti in un disco metallico fissato davanti all'obiettivo, ne restringe o ne allarga l'apertura. Sono le aperture più piccole, che danno immagini meglio delineate e precise.

Avviene, per effetto del diaframma, nell'obbiettivo lo stesso che nell'occhio. Noi aguzziamo le ciglia « come vecchio sartor fa nella cruna », per raccoglier meglio i raggi luminosi e vedere limpidamente le minute particolarità degli oggetti.

Giacomino ha il suo gabinetto oscuro, che illumina con la lanterna dal vetro di un colore rosso cupo. Guai se nel gabinetto scuro filtra luce bianca: lastre e pellicole si velano, mettendole nel Kodak e togliendole, per rivelarne le immagini. È questa del rivelare le immagini un'operazione molto semplice. Si versa il liquido rivelatore (acido pirogallico, idrochinone, iconogeno), in una bacinella, diluito nell'acqua, vi s'immergono la lastra o la pellicola, e in pochi minuti l'immagine appare. Appena perfetta, si lava e si passa in una soluzione d'iposolfito di soda, che la fissa, vale a dire la rende inalterabile all'azione della luce.

Si ha così la negativa, dalla quale si possono ricavare quante copie positive si vogliono. Basta metterla in un telaio capace di contenerla, stendervi sopra l'uno dopo l'altro dei foglietti di carta resa sensibile mediante un bagno nel citrato o nel bromuro d'argento ed esporla alla luce. Se la carta è sensibilizzata col citrato d'argento, la tiratura delle copie è più lunga e queste riescono di tinta violetta: se col bromuro, basta un attimo davanti alla fiammella del gas o della luce elettrica, e le prove prendono la tinta bruna. Ma avviene dell'immagine su la carta come di quella sul vetro: convien fissarla affinchè non scompaia, dopo averle data la sua tinta giusta e ben intonata. A questo si provvede con un altro bagno, e finalmente s'immerge nell'iposolfito di soda, si lava nell'acqua corrente, si lascia asciugare e s'incolla sopra un cartoncino. La fotografia è fatta.

4. — Non diversamente operano i veri fotografi, che hanno macchine con obiettivi potenti. L'arte fotografica ha raggiunta una perfezione prodigiosa. Oggi si possono fin ritrarre le cose nei loro colori naturali, e l'obiettivo fissa in quadri di portentosa esattezza le

scene in movimento, senza che questo susciti maraviglia. Bastano quattro centesimi di secondo per imprimere sopra una lastra l'immagine della cosa mobile; ma se il moto è veloce, obiettivi luminosissimi, in grazia di rapidi otturatori, ve la imprimono in un centesimo, in un millesimo di secondo. Si fotografa un ginnasta in aria, mentre vola al di sopra d'una cordicella, un cavallo che salta, una persona che passa velocemente su la bicicletta, la palla che due giocatori si rimandano, un uccello al volo, un pesce che nuota. — Applicandola all'astronomia, si ottennero immagini bellissime dei corpi celesti: del sole con le sue macchie, della luna con le sue montagne, delle costellazioni, delle nebulose, delle stelle. Con la fotografia, Max Wolf, nel 1891, riuscì a scoprire 41 planetoidi. Si fotografarono i lampi, durante le scariche elettriche temporalesche: si fotografarono scene sottomarine. Mercè la macchina fotografica, il cielo e il mare, profondi entrambi, fra non molto non avranno più segreti per l'uomo.

La macchina fotografica semplice generò quella stereoscopica, dalla quale si ottengono vedute che osservate poi con uno strumento detto appunto *stereoscopio*, appaiono precise e in rilievo come nella realtà, perchè i due obiettivi dei quali è munito producono ciascuno un quadro che integra l'altro. Chi costruì la prima camera oscura non sospettò di copiarla da un modello che tutti abbiamo in noi, l'occhio. In esso la pupilla è il foro del diaframma rappresentato dall'iride, che s'allarga o si restringe secondo che la luce è piena e viva o scarsa; il cristallino e l'umore vitreo compongono l'obiettivo; e nel fondo si distende la retina, formata di un sottile intreccio di nervi terminati in bastoncini o in coni che sono gli organi della visione, e sui quali s'imprimono le immagini: la lastra sensibile, insomma.

La macchina stereoscopica tien presente un altro fatto fondamentale: i nostri occhi non hanno la medesima collocazione rispetto alle cose che guardiamo, e però le immagini che si formano su le retine non sono esattamente eguali: l'una è più estesa e più colorata

dell'altra. Noi le fondiamo per formare un'immagine sola, e così vediamo un solo oggetto. Chiunque può assicurarsi del fatto, chiudendo alternativamente l'uno e l'altro occhio, e confrontando immediatamente le immagini, che gli appariranno dopo breve esperienza distinte e non coincidenti.

Lo stereoscopio, inventato dall'illustre fisico inglese Weatston, si fonda su questa constatazione. Le due immagini impresse dalla luce penetrata per il duplice obiettivo fino alla lastra sensibile, rappresentano ciascuna l'oggetto come lo si vedrebbe con un solo occhio: l'una col destro, l'altra col sinistro. Collocate nello stereoscopio, e guardate attraverso i due prismi di cristallo collocati al luogo corrispondente agli obiettivi della macchina stereoscopica mediante la quale furono ottenute, si unificano, si fondono appunto come quelle formatesi direttamente su le retine dei due occhi. Bassirilievi, statue, monumenti, paesaggi, persone, vengono squisitamente riprodotti.

Il cinematografo, ormai così popolare, è esso pure una filiazione della macchina fotografica, un'accelerazione fino al massimo della sua velocità, associata alla velocità massima di riproduzione.

Le immagini consecutive che si formano rapidamente su la retina del nostro occhio danno un insieme continuo. Se guardate la ruota della locomobile in azione, i due fori che presenta vi appaiono come una sola scanalatura circolare continua, perchè l'immagine nuova sopraggiunge su la retina quando non è ancor cancellata quella precedente. Non si tratta dunque che di fotografie consecutive dello stesso oggetto in movimento, eseguite in una frazione infinitesimale di tempo, l'una dopo l'altra, sopra una lunga striscia di pellicola. Trasportata questa striscia in un apparecchio di proiezione, il quale per mezzo di un sistema di lenti la ingrandisca, mentre si svolge con la medesima velocità impiegata per imprimervele, se ne ottiene la ricostruzione delle cose in movimento, quali le vediamo nella realtà. Il cinematografo scompone, analizza il movimento. Il passo d'un uomo o d'un cavallo, il volo di

una mosca o d'una libellula, il nuoto d'una rana, vengono fissati, per dir così, nei loro elementi, che si ricompongono poi su la tela per effetto della rapida e consecutiva riproduzione. Qualche anno fa si era giunti a fissare su la striscia di pellicola cinematografica 1500 immagini per ogni secondo. Ora questo numero, che si direbbe già inverosimile, è prodigiosamente, incredibilmente sorpassato.

Mentre questo libro viene pubblicato, si parla di un apparecchio cinematografico il quale è capace di dare centomila fotografie al secondo. Con esso fu riprodotta 72 volte una palla di rivoltella durante il breve percorso di 25 centimetri! Un pezzo di legno attraversato interamente dal proiettile, appare su la pellicola o *film*, come vien chiamata all'inglese, ancora intatto, e solo quando il proiettile ha finito il suo percorso, gli spettatori vedono il legno scheggiarsi fin che si sfascia interamente. Siccome non è possibile costruire un otturatore di tale rapidità, si ricorre a una serie di centomila scintille elettriche, le quali si susseguono in un secondo, producendo ciascuna un'immagine. La *film* è montata sopra una ruota. Come tutto è disposto, si spara l'arma e insieme avviene la scarica elettrica. La ruota compie il suo giro, e la film rimane esposta per la frazione di secondo, in guisa che le fotografie non si sovrappongono l'una su l'altra, ma si seguono con vertiginosa, matematica precisione.

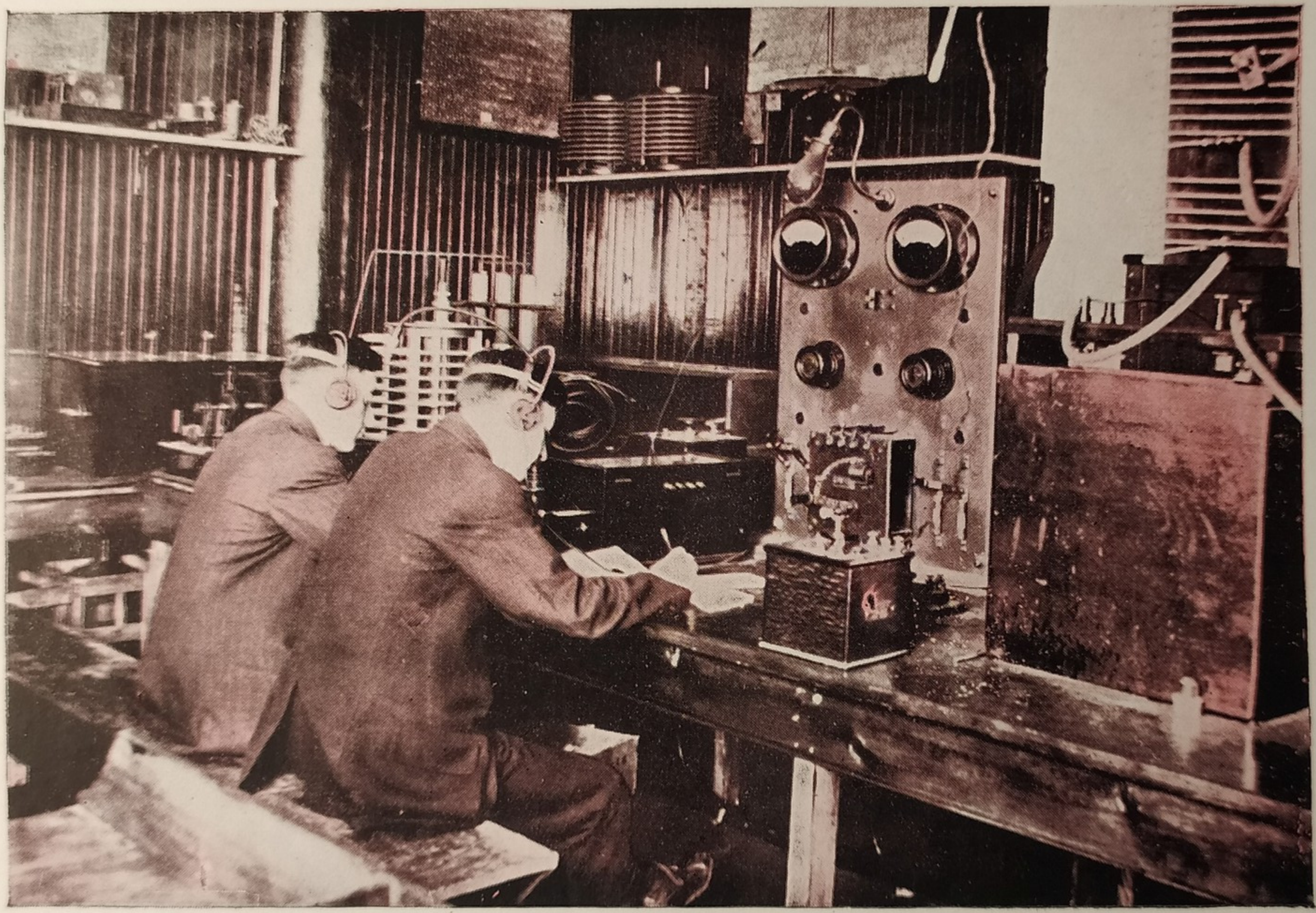
5. — Prodigi di meccanismi e di lenti. Certo, e i meccanismi come le lenti, alla lor volta, prodigi del genio umano! Il vetro di piombo, detto con voce inglese, *crown glass*, e il cristallo finissimo chiamato *flint-glass*, ci danno le lenti degli strumenti d'ottica e gli obiettivi fotografici, le anime delle macchine che ritraggono con la bella luce del sole specialmente, ma anche con quelle del selenio, del magnesio, del gas, della scarica elettrica, le immagini delle cose. Lenti per gli occhiali, che correggono i difetti dell'occhio, convergenti e divergenti: lenti per i cannocchiali d'ogni specie, per i microscopî, per i telescopî, per gli apparecchi di proiezione.

Il cannocchiale aprì all'occhio umano i misteri del cielo stellato, fino a tanto che il telescopio non ne svelò le profondità immense, i baratri senza fine. Chi sa, altri strumenti più perfetti, altre combinazioni di lenti, non possano estendere ancora più, negli spazi siderei, il campo d'esplorazione dell'occhio umano.

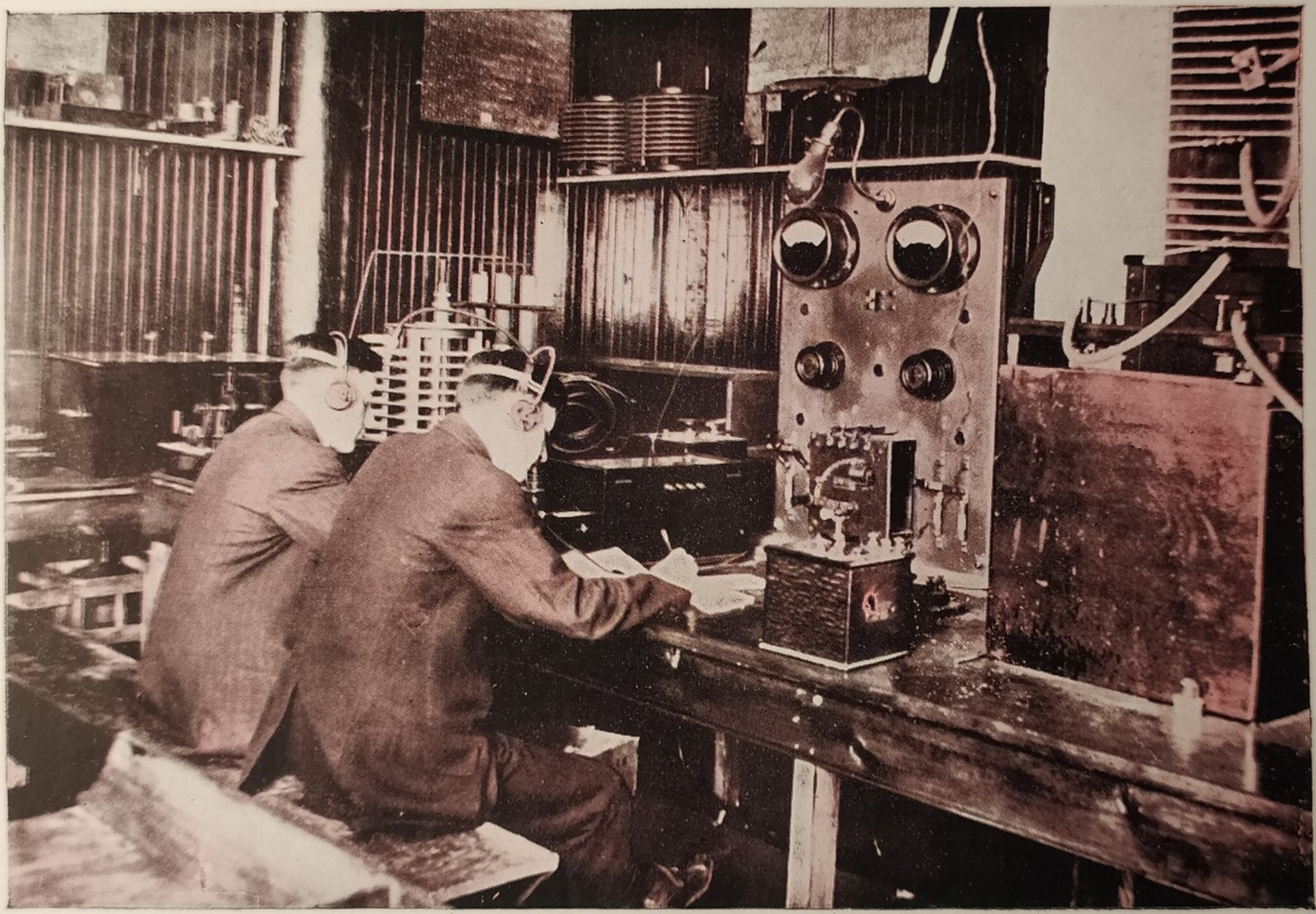
Avrete udito narrare o letto che nel 1609, nella bottega d'un fabbricante d'occhiali di Magdeburgo era avvenuto che alcuni ragazzi, trastullandosi con certe lenti, ne avevano riunite due in guisa da produrre uno strano effetto. Guardando attraverso ad esse, il gallo di ferro che sormontava il vicino campanile, apparve al loro occhio più grande, più vicino, e rovesciato. Pieni di stupore, chiamarono l'occhialaio, lo fecero consapevole del fatto e il brav'uomo ne trasse partito per costruire uno strumento che avvicinasse all'occhio gli oggetti lontani, componendo le lenti come il caso gli aveva insegnato, senza cercare di più.

Giunta all'orecchio di Galileo Galilei, che allora insegnava nell'università di Padova, la notizia che in Olanda era stato inventato un cannocchiale potente, si diede a ricercare con la mente in qual modo il mirabile congegno poteva essere stato composto, e fermo alle leggi dell'ottica, ne costruì anch'egli uno, che tosto appuntò verso il cielo, e dal quale non si avevano più immagini rovesciate, ma diritte, come vengono percepite dall'occhio non armato di lenti.

A breve distanza, Giacomo Gregory, matematico scozzese, immaginò il telescopio, che pochi anni dopo fu composto da Newton, con qualche perfezionamento, a cui nel 1781 seguì quello di Herschel, e nel 1826 il telescopio gigantesco di Rosse, col tubo lungo diciassette metri, l'apertura di un metro e 83, e del peso di 6600 chilogrammi. La sua potenza visiva è 500 volte maggiore di quella dell'occhio umano normale a nudo. Una vera costruzione colossale. Tutti questi maravigliosi strumenti sono fondati su lo stesso principio: due specchi concavi di metallo riflettono ingrandite le immagini di corpi lontanissimi. Per mezzo d'un'asta a vite, munita all'estremità d'un bottone si possono avvicinare



Stazione radio-telegrafica.



Stazione radio-telegrafica.

o allontanare i due specchi, perchè le immagini si formino ben distinte. Un tubo assai largo e lungo, montato sopra un piede intorno al quale può muoversi in varie guise, ha l'estremità inferiore chiusa da un grande specchio metallico e concavo, con un foro circolare nel centro, il quale lascia passare fino all'oculare i raggi luminosi che vengono dal cielo. Presso l'estremità superiore è fissato il secondo specchio parimenti metallico e concavo, molto più piccolo, rivolto verso l'altro. L'ingrandimento da ottenere con la riflessione dei raggi luminosi viene combinato con quello che si ha dai cannocchiali in virtù della sola rifrazione. I raggi provenienti da un astro cadono sul primo specchio e dànno un'immagine rovesciata, più piccola dell'oggetto reale, che si riflette ingrandita nel secondo. Le lenti convergenti dell'oculare producono una terza immagine virtuale, ingrandita, che l' occhio raccoglie ed esamina.

Questo è il telescopio proposto da Gregory, e variato nella costruzione da Newton. Herschel soppresse il secondo specchio, e inclinò il primo, ingrandendone le dimensioni, sicchè pesava da solo più di mille chilogrammi. Col suo mirabile strumento, il grande astronomo scoprì i satelliti di Urano, due nuovi satelliti di Saturno, e le stelle doppie.

Il telescopio (lo dice la parola: « vedo lontano »), per le distanze immensurabili: il microscopio, (« vedo il piccolo »), per le cose pressochè invisibili o invisibili affatto.

Ogni lente d'ingrandimento è già per sè stessa un microscopio semplice. Il globo di vetro pieno o vuoto e ricolmo d'acqua ne insegnò l'uso. Guardate una pagina scritta o stampata attraverso una bottiglia piena d'acqua e ve ne persuaderete. Cornelio van Drebbel, fisico olandese, inventò, nel 1572, il microscopio composto, congegnato con due lenti di diametro ineguale, delle quali la più piccola è l'obiettivo, che guarda l'oggetto da osservare, e la più grande l'oculare, a cui si applica l'occhio. Il fisico italiano Amici, nel 1827, lo perfezionò; e dopo di lui, altri perfezionamenti lo

ridussero nella forma più semplice e più efficace: in alto, all'estremità superiore d'un piccolo tubo cilindrico, l'oculare, e all'estremità inferiore di esso l'obiettivo: sotto di questo il porta oggetti. In basso uno specchio concavo e girevole, che riflette su l'oggetto da osservare per trasparenza i raggi luminosi. Un bottone inserito nel porta obiettivo serve a farlo salire e discendere, per fissarlo nel punto giusto.

Microscopi d'una precisione squisita ingrandiscono un oggetto più di 300 mila volte in superficie, ma ve ne sono dei potentissimi, per effetto dei quali si hanno ingrandimenti di 3 milioni di volte, non però così limpidi come gli altri.

Col microscopio che ingrandisce più di 500 mila volte, l'occhio entra nel regno misterioso dell'invisibile, dove si agita, freme, vibra l'infinitamente piccolo, dove la goccia d'acqua diventa un oceano popolato da milioni di esseri, dove il filo d'erba rivela tutta la finezza de' suoi tessuti, e il globulo del sangue, che ha un centocinquantaduesimo di millimetro di diametro, appare come una massa rutilante, piena di vita. Per esso, la chimica accerta la composizione della materia, la medicina sorprende i germi delle malattie nei liquidi vitali, l'economia domestica scopre le falsificazioni delle materie alimentari e tessili.

6. — Abbiamo veduto i prodigi della luce attraverso lenti di cristallo. E attraverso un prisma? Chi non ha osservato, su la mensa, proiettarsi dalla bottiglia piena d'acqua una zona iridescente più o meno viva e brillante? Iridescente perchè vi si distinguono i colori dell'iride o arcobaleno, che scientificamente si dice « spettro solare ». — La luce del sole filtra attraverso l'acqua contenuta nella bottiglia, e si scompone: perchè la luce è la sintesi di raggi variamente colorati, in *rosso*, *arancio*, *giallo*, *verde*, *turchino*, *indaco*, *violetto*. Lo stesso identico fenomeno dell'arcobaleno. Osservate bene. L'arcobaleno appare in cielo dalla parte opposta al sole, durante o subito dopo la pioggia, quando cioè la pioggia è cessata per noi, ma continua poco discosto.

Fra il sole e la bella fascia arcata, gittata su la volta azzurra del cielo, v'è sempre una nuvola che si scioglie in pioggia. La luce del sole si scompone ne' suoi raggi elementari attraverso la pioggia, come attraverso l'acqua della bottiglia. Ricordo a Torino l'arrivo di Umberto I e di Margherita di Savoja, dopo la loro assunzione al trono in una splendida mattinata primaverile. Sul terso e limpido cielo di cobalto, davanti alla stazione, spiccava l'iride, gittata ad arco al di sopra della piazza Carlo Felice, come un festone luminoso, brillante, nelle sue tinte pure e vivaci. Dalla vasca del giardino pubblico prospiciente la stazione si levava un getto altissimo e ricadeva in pioggia minuta di gocce scintillanti, simili a pietre preziose versicolori.

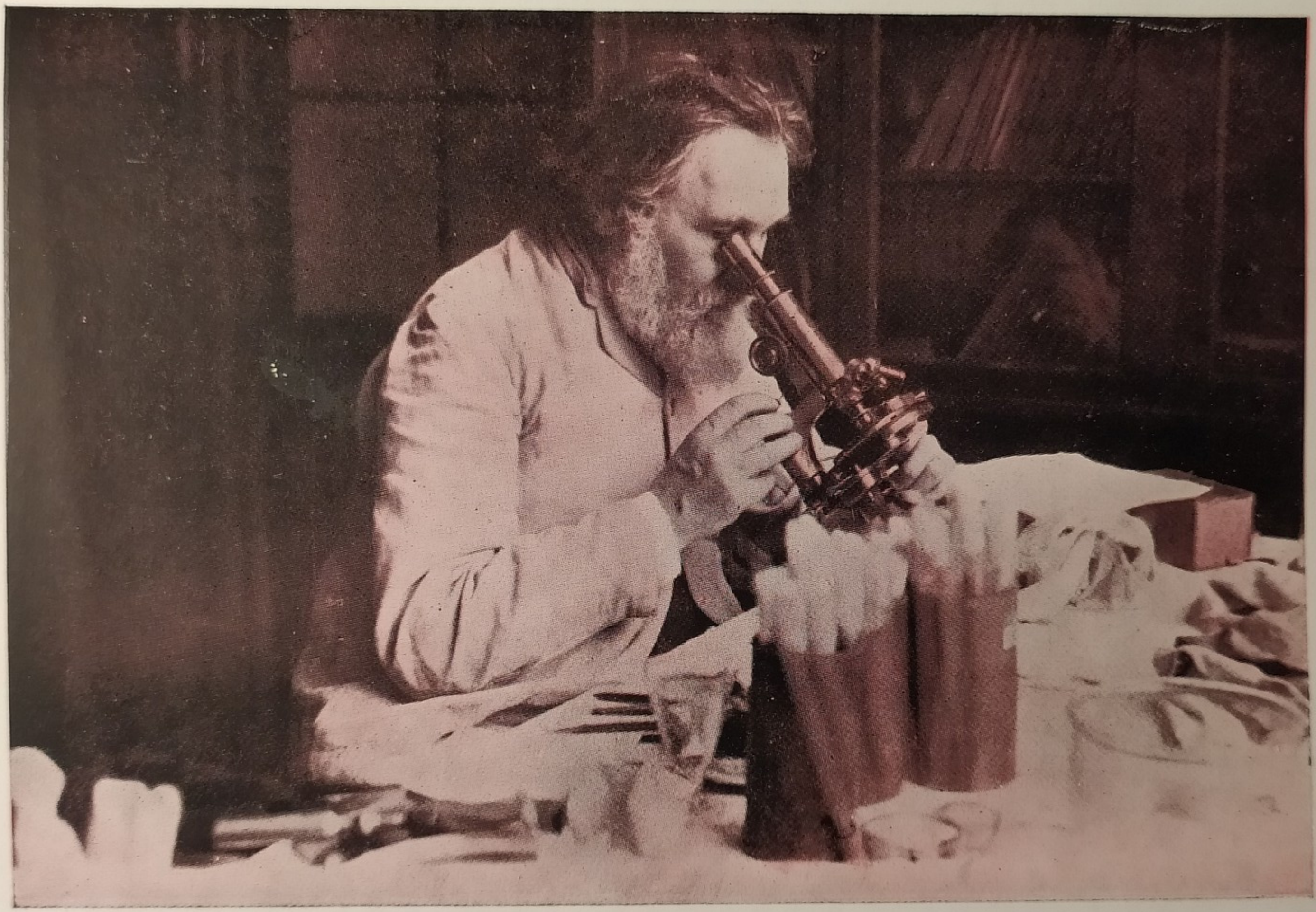
Una bottglia piena d'acqua, una nuvola che si scioglie, una pioggia artificiale, è lo stesso. Ma i fisici decompongono artificialmente i fasci di raggi luminosi (io li chiamerei piuttosto chimici della luce), attraverso un prisma di cristallo purissimo, triangolare, e però a facce non parallele. È maraviglioso. Collocato sul passaggio d'un fascio di luce che entra per un piccolo foro nella stanza dove si fa l'esperimento, resa oscura, ecco apparire la magica fascia colorata, lo spettro solare, che l'oscurità rende più viva, più brillante, più distinta ne' suoi sette colori magnifici. Fu Newton ad analizzare, a scomporre per il primo, nel 1672, la luce col prisma. Non pubblicò però il risultato de' suoi studi che 32 anni dopo, nel 1704. Il genio non ha fretta. Si seppe così che la luce del sole, non è semplice, ma la resultante di più raggi, dotati di diverso potere rifrangente, e però di vario colore. Sembra una cosa da nulla, una curiosità appagata e nient'altro, che offre la maniera di costruire dei balocchi assai divertenti. Prendete un disco, diviso alla superficie in sette spicchi, dei colori dell'iride, fatelo girare rapidamente, e lo vedrete bianco. Ma sarà più facile procurarvi una trottola colorata nello stesso modo. Avvolgetela con lo spago e lanciatela. Mentre gira con moto vorticoso, è bianca: a mano a mano il moto rallenta, si fa grigia, poi i colori incominciano a riapparire, e finalmente, al suo fermarsi, li rivedete bene, di-

stinti l'uno dall'altro. La luce scomposta si ricompone. Anche il disco è dovuto al genio di Newton.

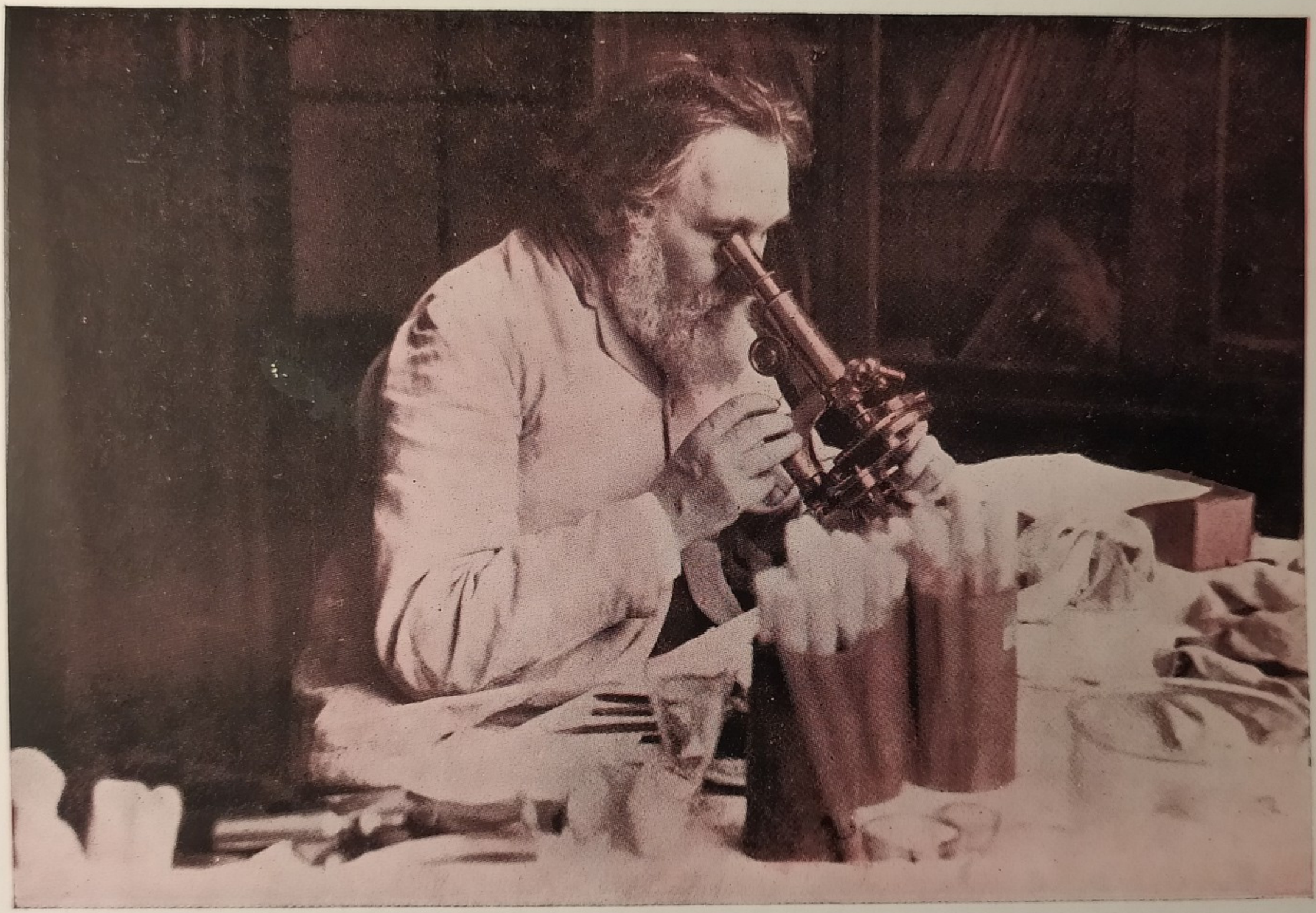
Or voi dovete ricordare un grande principio, che le scoperte della scienza non sono mai oziose. L'occhio del genio trova i segreti della natura; la mente ingegnosa dell'inventore li applica. Ciascuna di esse corregge vecchi errori o produce nuove utilità. Una scoperta ne partorisce un'altra. Nel 1802, Wollaston, osservando bene lo spettro solare, trovò che esso presenta a intervalli, nei passaggi da una zona colorata all'altra, delle righe scure in luogo di sfumature, in numero sempre eguale e nella medesima posizione. Il tedesco Fraünhofer, a Monaco di Baviera, continuò a studiare quelle righe, e Brewster, nel 1822, andò più in là: dalla quantità e dalla posizione di esse, osservate in uno specchio speciale, riuscì a determinare la natura e la composizione dei corpi dai quali è emessa la luce, poichè ogni corpo il quale emetta luce dà uno spettro suo proprio. Siccome gli spettri solari sono sempre eguali, con le loro righe o striscie al medesimo luogo, potè concluderne che il sole nella sua essenza è invariabile. Lo spettro della luce bianca emanata dalla fiamma dell'alcool, è nero. Se in questa fiamma vengono fatti bruciare sali o ossidi metallici, s'incolora, ma in modo affatto diverso da quello della luce solare, per il numero minore delle tinte, che alle volte si riduce a una sola, e per le strie caratteristiche.

Ne deriva che osservando lo spettro della luce emessa da ogni corpo, se ne può conoscere la composizione. Questo conclusero Kirchoff e Bunsen, i quali nel 1860 inventarono lo spettroscopio, strumento maraviglioso nella sua semplicità, il quale si riduce a una combinazione di prismi che mettono in evidenza le righe brillanti proprie di ogni corpo. Furono con questo mezzo fin scoperti dei corpi nuovi, il cesio, il tallio, il rubidio. L'americano Draper, nel 1871, incominciò a servirsi dello spettroscopio, per esaminare la luce stellare, e ne derivarono scoperte scientifiche e pratiche di straordinaria importanza, seguìte da continui perfezionamenti.

Lo spettroscopio rivelò la composizione della fotosfera solare e quella delle stelle. Siccome lo spettro del-



Microscopio nell' Istituto Pasteur.



Microscopio nell' Istituto Pasteur.

la luce emanata dai corpi solidi è essenzialmente diverso dallo spettro dei corpi gasosi, per mezzo di esso fu possibile definire il problema delle *nebulose*, cioè delle macchie biancastre così dette per il loro aspetto simile a quello della nebbia veduta a molta distanza, sparse qua e là per gli spazi celesti, o formanti la grande fascia chiamata *via lattea*. Sono esse ammassi di stelle che appaiono così confusamente per la loro lontananza immensa, o accumulazioni di sostanza gasosa, il pulviscolo magico di cui si formano i mondi? Osservate coi primi telescopi, molte apparvero appunto ammassi stellari, cioè *resolubili*, ma altre perdurarono a mostrarsi nella forma di luce diffusa.

Via via si ebbero telescopi più perfetti e potenti, il numero delle vere nebulose andò sempre diminuendo, perchè molte di quelle credute tali apparvero resolubili pur esse. Ma l'occhio, anche armato di lenti formidabili, non poteva mai offrire una certezza assoluta, perchè non v'è strumento del quale si possa credere che la potenza non sarà mai superata. Lo spettroscopio tagliò, come si suol dire, la testa al toro. Lo spettro della luce emanata dalle nebulose è diverso di quello della luce diffusa dagli ammassi stellari. Allo stesso modo, sappiamo oggi che le *stelle filanti* sono formate di nuclei solidi, incandescenti, e non differiscono dalle aeroliti, che cadono su la terra.

Non basta ancora. Noi chiamiamo fisse le stelle che al nostro occhio paiono tali. Ebbene, lo spettroscopio ci ha tratti d'errore, apprendendoci che per l'allontanarsi o l'avvicinarsi di un corpo luminoso, il suo spettro si modifica. Allontanandosi, le strie s'inclinano verso la zona del rosso; avvicinandosi invece, verso quella del violetto. Non vi sono stelle fisse. Sirio s'allontana da noi con la rapidità di 38 chilometri al secondo. Il sole, immobile rispetto alla terra, percorre vertiginosamente gli spazi, trascinando seco i pianeti che gli fanno corteo.

E nel campo delle applicazioni pratiche? Lo spettroscopio diventa un ausiliario prezioso della chimica. Non solo ogni sostanza trasporta nello spettro della

fiamma in cui si spande il suo vapore, certi caratteri invariabili che ne svelano la presenza, ma basta una quantità infinitesimale, un milionesimo di milligrammo, per rivelarla. Bruciate nella fiamma bianca dell'alcool una particella di materia alimentare, e potrete accertarvi se sia o no adulterata; il sangue d'un animale o d'un uomo asfissiati, per l'acido carbonico di cui è impregnato, offre uno spettro diverso da quello del sangue che fu irrigato da una respirazione normale, e però il medico accerta con questo mezzo i casi di soffocamento.

Non v'è ostacolo che il genio umano, audace e perseverante, non superi; non v'è barriera che lo trattenga; non v'è tenebra nella quale non finisca per diffondere la luce.

L'ONDA CHE VA

1. I primi orologi. — 2. Da Galileo Galilei a Huygens: pendolo e molla spirale. — 3. Gli orologi si moltiplicano. — 4. Le campane. — 5. Il termometro e il barometro di Verona. — 6. Il barometro. — 7. Le pompe e l'acqua. — 8. Le piccole invenzioni e l'avvenire.

1. — Ricordo un tempo lontano. Andavo a scuola, e quelle benedette ore che vi passavo erano eterne. Ottimo il maestro, altrettanto le sue lezioni; ma sedevo accanto alla finestra, e la finestra s'apriva sopra un giardino. V'era, nel giardino, anche il ciliegio che faceva dimenticare al poeta... quel che dimenticavo io, ma v'erano pure peri e pèschi, e un melo intorno al quale saliva, abbracciandolo una vite, che avvolgeva ai rami i sarmeti ricchi di bei pàmpani larghi e verdi, e ne pendevano i grappoli d'agresto, che non si vedeva bene se fossero suoi o del melo. Tutte considerazioni che affaticavano la mia mente assai più delle declinazioni. E mi piaceva seguir con l'occhio i piccoli voli dei passeri vagabondi (beati loro!) che saltellavano di ramo in ramo, quelli delle farfalle, ondeggianti da fiore a fiore, senza contare qualche lucertola che s'affacciava un momento sul davanzale della finestra, e spariva, chi sa? per paura di pagare la sua curiosità con la coda.

All'avvicinarsi del mezzogiorno, l'ora canonica nella quale s'andava a colazione, l'inquietudine cresceva

e non stavo più alle mosse. In attesa che la campanella annunziasse il momento della liberazione, seguivo l'ombra d'un palo piantata in mezzo a un'aiuola, che s'accorciava, s'accorciava lentamente. Sapevo che giunta a un certo punto indicava mezzo giorno, ed era il mio orologio.

Così avevo scoperto quel che gli astronomi della Caldea s'erano accordati d'usare duemila dugento trentaquattr'anni prima dell'èra volgare, per misurare il tempo, l'onda che va e che ci porta con sè, e non s'arresta mai: lo gnomone. I caldei usavano per lo più un obelisco, il quale, proprio come il mio palo, proiettando la sua ombra, segnava il mezzo giorno sopra un rettangolo che fu detto *quadrante solare*. Prima il mezzogiorno soltanto, poi via via le altre ore. Anzi, a credere certi storici, gli obelischi non sarebbero che gnomoni, come per me a quel tempo i pali piantati in mezzo alle aiuole dei giardini sui quali posano dalla finestra i loro sguardi gli scolari. Bene. A mano a mano, i quadranti solari diventarono più perfetti, e lo gnomone fu uno stilo di ferro piantato obliquamente sopra un piano verticale, in guisa da formare col piano dell'orizzonte un angolo eguale alla differenza che corre fra la latitudine del luogo e 90 gradi. A Milano, che si trova a 49° 28' di latitudine nord, lo stilo deve formare con la parete verticale un angolo di 44° 32'.

Ma lasciamo andare queste malinconie. I chinesi misuravano il tempo che trascorreva con una corda su la quale facevano dei nodi a eguali intervalli gli uni dagli altri. V'appiccavano il fuoco, e ogni tratto d'una certa lunghezza, consumato, voleva dire un'ora.

I greci usarono le clessidre, orologi ad acqua, molto ingegnosi. Eran vasche, le quali ricevevano un getto d'acqua dalla cannella collocata al di sopra, mentre da un'altra piccola cannella il basso, ne usciva uno eguale: in conseguenza di che l'acqua si manteneva costantemente nella vasca sempre al medesimo livello. Raccolta in un vaso sottostante quella versata dalla seconda cannella, bastava misurarla per sapere l'ora, che veniva d'altra parte indicata con segni incisi a re-

golari intervalli su le pareti del vaso, come oggi quelle dei nostri bicchieri graduati.

Col tempo, il meccanismo della clessidra si complicò e divenne un vero orologio ad acqua, di forma simile a quelli contenuti in una specie di alta e stretta cassetta, nei corridoi delle scuole. Alla superficie dell'acqua, nel serbatoio, v'era un galleggiante, il quale s'abbassava a misura che il livello dell'acqua scendeva, e nell'abbassarsi, tirava in senso verticale un filo ravvolto su l'asse d'un perno, il quale alla sua volta girava e faceva muovere un indice intorno al quadrante su cui eran segnate le ore. La complicazione aumentò quando Ctesibio d'Alessandria fece costruire, dugento cinquant'anni a. C., una clessidra con due indici sul quadrante, una che indicava le ore, l'altra i minuti, il cui movimento veniva determinato e regolato da due ruote dentate, di diverso diametro, che s'ingranavano.

V'era anche un'altra clessidra, molto semplice, composta di due bottiglie di vetro congiunte da un collo strettissimo. La bottiglia inferiore conteneva della sabbia assai fine, che rovesciandosi passava lentamente nell'altra. Si sapeva che per versarsi tutta impiegava un determinato tempo, un'ora per esempio. Se le pareti esterne delle due boccette erano graduate, se ne aveva anch l'indicazione delle frazioni di ora. Il congegno si chiamava clessidra o orologio a sabbia.

Si legge che il califfo Arun-al-Rascid aveva donata a Carlo Magno una maravigliosa clessidra, costrutta con ruote d'ottone. Il segno dell'ore veniva dato da dodici pallottole, parimenti d'ottone, che cadevano con l'invervallo preciso d'un'ora l'una dall'altra, facendo risuonare una lastra metallica sottoposta, mentre dodici figurine di cavalieri uscivano da altrettante piccole porte e le rinchiudevano dietro di sè.

L'onda va, s'è detto, e non s'arresta. Noi s'ha bisogno d'usare del tempo in modo che basti a tutte le nostre occupazioni, e di spenderlo bene. Si capisce che l'orologio sia sempre stato una necessità, sto per dire come il pane. Provate voi a non sapere che ora sia, e n'avrete un vero tormento. L'orologio dei pastori e dei

marinai, felici loro! è il cielo, dove il sole e le stelle paiono mutar luogo. Ma quando non c'è sole, e nelle notti senza stelle?

Fatto sta che sul cadere del decimo secolo si pensò a sostituire nelle clessidre un peso o dei pesi all'acqua, e vi fu applicato il meccanismo dello scappamento a paletta e a ruota d'incontro. Allora ogni comune vide apparire su l'alto d'una sua torre o del suo campanile un grande orologio, al cui indice correva l'occhio dei cittadini per saper l'ora. Tre o quattro secoli dopo, al movimento delle sfere s'aggiunse lo squillo metallico, prodotto da un martello che picchiava sopra una campana di bronzo, mentre l'indice toccava sul quadrante il segno corrispondente. Altre modificazioni seguirono, e le campane con i relativi martelli furono due, uno di suono più basso per le ore, l'altra di suono più alto per le mezz'ore e i quarti.

Ubertino da Carrara, signore di Padova, fece nel 1344 collocare sulla torre del palazzo pubblico di quella città un orologio costruito da Jacopo Dondi, artefice valorosissimo, il quale oltre le ore, indicava il giorno del mese, le fasi della luna, il segno dello zodiaco in cui si trovava il sole.

Peccato che que' meccanismi non offrissero la precisione desiderata, perchè il movimento di essi non era ben regolato!

2. — Or ecco, nell'anno 1582, un giovine diciottenne, scolaro dell'università, entra nel duomo di Pisa per ascoltarvi la messa, e vede un segrestano abbassare una lampada, mettervi l'olio, risollevarla e andarsene. Un fatto molto comune, e del pari comune e naturale che essendo così sospesa, ricollocata al suo posto, la lampada oscillasse. Ma l'occhio di quello scolaro diciottenne, che non per nulla si chiamava Galileo Galilei, s'arrestò a osservare le oscillazioni: con l'occhio, su le oscillazioni s'arrestò la mente, e si diede a pensare. Come dice il poeta? « Poca favilla gran fiamma seconda ». Sì, ma bisogna che la favilla cada su materia infiammabile perchè avvenga l'incendio. Se cade, per esempio,

su l'acqua d'una palude, felice notte! Questa volta cadde nella mente di Galileo, vi trovò il genio e l'infiammò.

Ecco quel che notò Galileo. La lampada oscillava descrivendo un breve arco di cerchio, il quale andava a grado a grado accorciandosi, con moto sempre più lento, in modo che le oscillazioni minori avvenivano in tempi eguali a quelli delle maggiori: di che s'accertò misurandole col battito del polso (un altro orologio). — Dunque, concluse nella sua mente, quelle oscillazioni erano *isocrone* (*iso*, eguale; *chonos*, tempo). — E allora? Allora, no: ma dopo ripetuti esperimenti per accertare il fatto, « provando e riprovando » per applicarlo, concluse che il pendolo avrebbe potuto servir benissimo di regolatore al movimento degli orologi. « Concluse » molti anni dopo, quand'era già vecchio e cieco, e lo racconta in una lettera scritta il 20 agosto 1659, diciassett'anni dopo la morte di lui, al principe Leopoldo de' Medici, Vincenzo Viviavi, suo amato scolaro. — « ... Gli cadde in pensiero che si saria potuto adottare il pendolo agli oriuoli da contrappeso e da molla, con valersene invece del solito peso, sperando che il moto equalissimo e naturale di esso pendolo avesse a correggere tutti i difetti dell'arte in essi oriuoli. Ma perchè l'esser privo di vista gli toglieva il poter far disegni e modelli a fine d'incontrare quell'artifizio che più proporzionato fosse all'effetto concepito, venendo un giorno di Firenze in Arcetri il signor Vincenzio suo figliuolo, gli conferì il Galileo il suo pensiero, e di poi più volte vi fecero sopra vari discorsi, e finalmente stabilirono il modo di metterlo intanto in opera, per venire in cognizione del fatto di quelle difficoltà, che il più delle volte nelle macchine colla semplice speculativa non si possono prevedere. » — Fate il conto. Il fatto raccontato dal Viviani avveniva nel 1638. Dal 1582 l'idea era rimasta latente nella mente di Galileo fino allora, vale a dire la bellezza di 53 anni, e poichè maturata ei la comunicò al figlio perchè l'applicasse, questi ve ne impiegò ancora quattordici. Il genio matematico è ben prudente e guardingo.

Voi conoscete il pendolo: certo avete un regola-

tore a pendolo nel vostro salotto. È un fusto metallico, terminato in un corpo di forma lenticolare, pesante. La sua azione viene esercitata per mezzo della ruota di scappamento. Esso è collegato con l'àncora, congegno così chiamato per la sua forma, con le punte piegate e rivolte l'una verso l'altra, che alternativamente incastrano nei denti della ruota di scappamento. Pendolo e àncora oscillano insieme, e la seconda successivamente arresta o libera i denti della ruota, di guisa che ad ogni oscillazione un dente passa. Dove mancasse questo freno costante che agisce su la ruota, il suo moto verrebbe accelerato dalla rapida caduta del peso motore. L'oscillazione del pendolo poi continua, perchè ogni volta l'àncora lascia passare un dente della ruota, riceve da questa un impulso, il quale si trasmette al pendolo e ne prolunga il movimento.

Huyghens, nel diciassettesimo secolo, integrò la scoperta di Galileo: sostituì al peso la molla a spirale che con lo sforzo esercitato nello svolgersi, esercita la medesima azione. L'anno 1657, egli mandò agli Stati Generali d'Olanda, la descrizione d'un orologio che doveva misurare con esattezza assoluta le più piccole divisioni del tempo, e nel quale erano applicate le due invenzioni capitali che sono il fondamento dell'orologeria moderna: la molla spirale motrice, e il pendolo che ne regola e ne rende isocrona l'azione.

È la continuità nella forza del genio, che non posa mai, neppure davanti all'opera perfetta.

3. — Alzar lo sguardo alla torre, al campanile, alla parete, e veder l'ora... Una bellezza; ma quale comodità averla con sè, dovunque, sempre. Una piccola scatola metallica nel taschino del panciotto contiene l'orologio, col suo quadrante su cui si muovono in giro le sfere. Sul quadrante, un altro minore ci consente di misurare il tempo a secondi.

Chi inventò gli orologi da tasca? Non si sa: è un ignoto, che ebbe un lampo d'ingegnosità (l'ingegnosità è il genio in piccolo, il genio pratico) e pensò di rendere portatile, facilmente maneggevole, la macchina misura-

trice del tempo. Finchè il moto era impresso all'orologio dal peso, quest'innovazione non sarebbe stata possibile. Essa è pertanto dovuta alla molla piegata a spirale, che si svolge con misurata lentezza: molla riducibile a proporzioni minime, fino a diventare un filo sottilissimo, come nei piccoli orologi che le signore portano al braccialetto.

Gli orologi da tasca apparvero assai presto, e uno dei più antichi dicesi portasse il nome di Roberto Bruce, re di Scozia, morto nel 1329, al quale può bastare il merito d'aver liberato il proproi paese dal giogo dell'Inghilterra. Comunque, al principio del 1400 erano già abbastanza diffusi, e parecchi si vedono ancora nei musei, e possono fin camminare più giorni. Furono fabbricati da principio in Germania, a Norimberga, ed ebbero forma d'ova: donde il nome d'*ova di Norimberga* col quale furono chiamati. Raccontano che all'imperatore Carlo V ne venisse regalato uno, della grossezza d'una nocciòla; ma è probabile che apparisse tale guardandolo molto da lontano. Sono le esagerazioni dell'ammirazione, che ci fanno aggiungere pregi immaginari a quelli che posseggono le cose da noi osservate. Certo è che i perfezionamenti furono rapidi. Nel 1529 un giureconsulto milanese, Andrea Alciato, possedeva già un orologio a sveglia, che all'ora stabilita non solo faœva udire uno squillo intenso e lungo, ma percuoteva un acciarino e accendeva una candela. Diceva nel suo linguaggio: — « Svegliati ». — Il 23 dicembre 1588, Enrico III re di Francia era destato da uno di questi orologi venutogli d'Italia, all'ora nella quale doveva dar l'ordine d'assassinare il duca di Guisa.

Nel 1740 Giorgio Grahm, abile orologiaio e meccanico inglese, componeva una specie di piccolo pendoo portatile, di grande precisione, e lo chiamava cronometro. Nel 1749, John Harrison costruiva il pendolo conpensatore, destinato a correggere gli effetti delle variazioni di temperatura su gli orologi, mediante dilatazioni e contrazioni in senso contrario al movimento del bilanciere, che è costituito da un piccolo volante, mobile intorno a un asse verticale, e della molla spirale.

Nel 1780, Abramo Luigi Breguet, orologiaio svizzero, di Neuchâtel, inventò, o forse perfezionò, gli orologi perpetui, i quali esistevano già da gran tempo, ma così imperfetti che non servivano a nulla. Gli orologi perpetui di Breguet si caricavano da sè, per il movimento che veniva loro impresso portandoli indosso: alcuni furono usati per otto o dieci anni, senza che vi fosse bisogno d'aprirli. Glie ne fu ordinato uno da Napoleone I, che va ancora dal 1804, e andrà finchè i congegni interni non siano consumati. Basta portarlo indosso ogni tre giorni, e camminare per qualche minuto.

L'orologeria ha talmente progredito, che è quasi impossibile seguirne tutte le innovazioni. Al vecchio sistema di caricar gli orologi con una chiavetta mobile, fu sostituita la chiavetta fissa, che s'impernia direttamente sul fusto della molla, e l'avvolge su di esso, per metterla in tensione. Si hanno orologi di rara perfezione che misurano frazioni di tempo appena percettibili, quale il decimo di secondo, e servono agli sperimentatori nei gabinetti di fisica, ai medici per misurare la durata delle pulsazioni o di altri fenomeni fisiologici. L'onda va, l'onda incessante del tempo: l'orologio la misura, secondando l'opera dei solleciti, ammonendo i pigri che la lasciano trascorrere senza averla condotta e resa utile negl'ingranaggi dell'ingegno. L'onda va, e trasforma tutto: la vicenda eterna della vita continua. Gli inglesi, veri spiriti pratici, soglion dire che il tempo è moneta. Usar bene della moneta tempo: ecco il segreto. L'orologio ci avverte che se esso par tardo agli oziosi, trascorre nondimeno in fretta, e trascorso una volta è ineluttabile che non torni più.

4. — Qualche volta le campane ci assordano, ed è una pena avere un campanile vicino a casa. Eppure, che tristezza quando tacciono! All'alba, la squilla del mattino dice: — « Uomini, il giorno incomincia; tonate al lavoro! » — La squilla della sera chiama il lavoratore tra le mura della sua casa, lo convita al desco familiare, tra i suoi. — La campana ci avverte che la metà della giornata è trascorsa, che qualcuno muore, che

qualcuno è in pericolo; ci sollecita al soccorso; invita i fedeli alla chiesa; numera le ore.

Al suono della campana del comune si radunavano un tempo gli uomini atti alle armi, se la loro città era in pericolo; venivano convocati i maggiori cittadini a consiglio; annunziate le vittorie.

Dante ricorda che al cader della sera i naviganti si sentono intenerire il cuore nel desiderio della patria e dei loro cari,

> Lo dì c'han detto a' dolci amici addio.

Così quegli che lasciò da poco la dolce casa, vola col pensiero alle persone che l'amano e che ama,

> ... se ode squilla di lontano
> che paia il giorno pianger, che si muore.

Chi inventò le campane?

Dicono un monaco olandese, e si chiamarono *clocche*. Questo nome sembra derivare da un verbo inglese *clog*, che significa picchiare, battere. Infatti consistevano in lastre di metallo su le quali si picchiava con un martello. Il vibrante richiamo convitava i fedeli alla chiesa. In Francia la campana si chiamò *cloche* (leggete *closc*. e questo nome ricorda la forma primitiva. Clocca : *closc*.

La vera patria delle campane è Nola. Ivi furono fabbricate di bronzo, perchè riuscissero più squillanti e sonore. Siccome questa città si trova nella Campania, que' bronzi prima si chiamarono *Nole*, poi *Campane*. — Avevano la forma cava, ma erano fatte a mano o sul tornio, a forza di martello o di scalpello. Ben presto però si cominciò a fonderle, colando nelle forme il bronzo liquefatto. Il doge di Venezia, Orso I Partecipazio, verso l'anno 860, donò dodici grandi campane fuse all'Imperatore di Costantinopoli Basilio, che l'aveva eletto protostatario dell'impero.

Venezia diede all'arte di fondere bronzi musicali maestri insuperabili. Tosto le campane entrarono in tutti gli usi della vita pubblica. Il suono della campana

fu la voce della chiesa e della città, e voi ben ricorderete che in Firenze, allorchè il re francese Carlo VIII pretese d'imporre patti da vincitore dov'era soltanto ospite, ebbe da Pier Capponi, un intrepido cittadino, la memorabile risposta: « Se voi suonerete le vostre trombe, noi suoneremo le nostre campane ».

Al suono della campana del Comune si sarebbero radunati gli uomini atti alle armi, delle città e del contado, e quel re di picche, per chiamarlo come lo chiama un nostro poeta, si sarebbe trovato a mal partito. Ma quando

... un cappon geloso del pollaio
Lo minacciò di fare il campanaio,

mutò registro, e divenne morbido come il velluto.

Nel secolo XV, sugl'innumerevoli campanili della laguna veneta, squillavano più di cinquecento grosse campane. Le altre città d'Italia non erano da meno.

5. — Ancora un ricordo. A Verona, a un angolo di Via Nuova lastricata, c'è un grande quadro, sul quale sono fissati un termometro e un barometro: due apparecchi, messi lì opportunamente per indicare l'altezza della temperatura e con la pressione atmosferica le condizioni meteroelogiche e i cambiamenti del tempo. Ora un ottimo signore si fermava ogni mattina e ogni sera, aggrondato, davanti a quel quadro, esaminava il termometro, leggeva le indicazioni del barometro, e se ne andava scontento, brontolando. È da tener presente che s'era in gennaio; faceva un gran freddo e pioveva costantemente. Barometro e termometro, d'accordo, segnavano, il primo *tempo cattivo*, il secondo tre o quattro gradi sotto zero. E mai un miglioramento. Quel buon uomo tornava ogni mattina, ogni sera, con l'ansia della speranza nel cuore e ripartiva sconfortato, irritato. Finalmente, una sera non ne potè più: alzò il bastone, e giù sul quadro alla disperata. Barometro e termometro caddero in frantumi, e scontarono il fio della loro ostinazione, ma l'irritabile signore fu condotto via dalle guardie, fra le risa del pubblico accorso.

Aveva ragione di ridere il pubblico, perchè colui ricordava un poco, alla lontana, la bertuccia famosa che spezzò lo specchio perchè la faceva brutta. Quanti, allo stesso modo, non se la pigliano con l'orologio dopo aver male spesa la giornata, come se il tempo se lo fosse mangiato lui. Che colpa n'ha lo strumento misuratore se le cose non vanno a modo nostro? Il termometro misura la temperatura che trova: non quella temperatura si ha perchè esso la indica. I corpi si dilatano per effetto del calore. Messo dell'alcool colorato in rosso dentro un sottile tubo di vetro graduato, ve lo vedremo salire o discendere secondo che la temperatura intorno è più alta o più bassa.

Chi inventò il termometro fu Galileo Galilei, nel 1596. Il suo termometro era un tubo capillare aperto da una estremità, e terminato dall'altra in forma di bolla, capovolto in un recipiente che conteneva acqua. Il tubo rimaneva pieno d'acqua; la bolla, d'aria. Le variazioni di temperatura nell'aria della bolla ne facevano variare il volume, dilatandola o restringendola, e inducevano nella colonna d'acqua del tubo un innalzamento o una depressione. — Gli accademici del Cimento, invece che dell'acqua, si servirono dell'alcool, del mercurio, dell'acquarzente, perchè più sensibili al calore; ma non vi portarono altro perfezionamento.

Ora al termometro, perchè fosse praticamente utile, mancava il più, cioè la graduazione, e questa vi fu aggiunta nel 1693 da Carlo Renaldini. Incominciò dal riscaldare il bulbo del tubo sopra la fiamma d'una lampada ad alcool, in guisa che l'aria contenutavi si dilatasse. Così gran parte di essa ne uscì, e la poca rimastavi si rarefece. Subito allora, prima che si raffreddasse, capovolse il tubo, e l'immerse in una vaschetta che conteneva mercurio. Che avvenne? L'aria esterna, premendo su la superficie del mercurio, fece sì che una piccola quantità di esso vi penetrò. Ripetè l'operazione finchè ne furono pieni il bulbo e una breve porzione di tubo: dopo di che vi fece bollire il mercurio, e come ne vide pieno tutto il tubo, lo chiuse fondendone l'estremità al calore della lampada. Il termometro fu fatto.

Per graduarlo, innanzi tutto lasciò raffreddare il mercurio, che naturalmente ritornò ad abbassarsi e a riempire soltanto la breve porzione di tubo nella quale si restringeva prima. Come poi l'ebbe fermato a una assicella stretta e lunga, l'immerse nel ghiaccio fondente, dove rimase com'era finchè pur un sol pezzo di ghiaccio durò intero. Al punto nel quale giungeva la colonna di mercurio fece un segno, e vi scrisse accanto uno zero. Ciò fatto, portò il termometro nel vapore dell'acqua bollente, e vide la colonna di mercurio salire, salire, e finalmente fermarsi. Al punto dove si fermò, pose un altro segno, e vi scrisse 100. — Il punto zero indicò la più bassa temperatura; il punto 100, la più alta. Divise l'intervallo fra lo zero e il 100 in 100 parti eguali, e continuò la graduazione sotto lo zero, per misurare le temperature inferiori a quelle del ghiaccio fondente. La graduazione fu così compiuta.

Non è necessario esporre le infinite utilità del termometro: con esso riconosciamo la temperatura esterna e quella delle nostre abitazioni e ne regoliamo il riscaldamento, regoliamo la temperatura necessaria all'allevamento dei bachi da seta, misuriamo la febbre dei malati: rappresentò per i fisici un uovo strumento d'indagine efficacissimo.

6. — E il barometro? Un altro aneddoto storico: il vecchio e noto aneddoto de' fontanai fiorentini. Ma non si può fare a meno di raccontarlo. Intorno al 1640, avvenne che dei fontanai stavano collocando pompe aspiranti nel palazzo Pitti, residenza granducale a que' tempi, dovendosi per mezzo di esse far salire l'acqua ne' tubi e condurla ai piani superiori. Se non che l'acqua, raggiunta l'altezza di trenta piedi circa (dieci metri e 33 centimetri), si fermò, e non ci fu verso di farla salire. S'era fin lì spiegato l'ascendere dell'acqua ne' tubi, col dire che « la natura ha orrore del vuoto ». Il vuoto era stato fatto, e nondimeno l'acqua s'era arrestata lì. O come mai? La natura aveva orrore del vuoto fino a trenta piedi, e poi più? Ma che! I fontanai interrogarono Evangelista Torricelli, di Faenza, uno de' più valorosi scolari di Galileo, e Torricelli si reçò dal suo grande

maestro, che vecchio e cieco dimorava nella villa d'Arcetri, la prigione assegnatagli dal Sant'Uffizio, per aver affermato (quale grande scoperta pur questa!) il moto della terra intorno al sole.

Quel veggente, « cieco solo materialmente », attribuì il fatto alla pressione dell'aria atmosferica, già da precedenti esperienze accertata. La massa d'aria che avvolge il globo da noi abitato, pesa 10330 chilogrammi per ogni metro quadrato di superficie; eppure una così enorme pressione, oltre al venir sopportata benissimo, riesce inavvertita, perchè si esercita su noi in ogni direzione. L'avvertiamo e ne soffriamo dove diminuisca: nei giorni umidi, e su le montagne, perchè più l'aria atmosferica s'innalza, e più diventa men densa. Gli areonauti, saliti a grandi altezze, mancando l'equilibrio tra i gas che si trovano nel loro corpo e l'aria esterna, provano effetti dolorosi e gravi, vertigini, nausee, stordimenti, sangue dalla bocca, dal naso, dagli orecchi, e fin dagli occhi, e sono costretti a discendere.

Torricelli, seguendo le indicazioni di Galileo, si persuase che l'acqua saliva nei tubi per la pressione dell'aria atmosferica, e però non poteva elevarsi oltre il limite nel quale il suo peso e quello della colonna d'aria s'equilibrassero. Se il liquido sollevato fosse più pesante, per esempio mercurio, (questa l'ipotesi che derivò dal suo ragionamento) dovrebbe salire ad altezza minore d'assai. — « Provando e riprovando », si chiariscono le cause dei fatti: dunque ne fu agli esperimenti. Voi intendete che non poteva riempir di mercurio un pozzo. Ma sostituì il pozzo con una vaschetta piena di questo metallo, indi preso un tubo capillare della lunghezza di 33 pollici (all'incirca 90 centimetri), l'empì tutto di mercurio, fino all'orlo aperto, lo tappò col polpastrello dell'indice, e l'immerse nel mercurio della vaschetta, ben profonda, prima di toglierne il dito, perchè non vi penetrasse aria. Il risultato dell'esperimento fu questo: che il mercurio discese per una breve lunghezza, lasciando *vuoto* (e s'intende senz'aria) il fondo del tubo. Se rifletterete che la colonna di mercurio d'un metro pesa esattamente quanto una d'acqua della mede-

sima grossezza, ma alta 13 metri e 60 centimetri, vi persuaderete subito che il peso equivalente a quello d'una colonna d'acqua di 10 metri e trentatrè centimetri si ottiene da una colonna di mercurio alta 76 centimetri, l'altezza appunto di quella ottenuta da Evangelista Torricelli.

Con altri esperimenti egli integrò poi il primo. È evidente che la colonna di mercurio, come quella dell'acqua, riuscirebbero più brevi sopra un'alta montagna, dove questi liquidi trovassero minor pressione, come salirebbero al di sopra della media nelle profondità di una miniera. Torricelli ebbe da essi la conferma della sua ipotesi. Noi sappiamo infatti che su le vette eccelse la pressione diminuisce. Durante l'ascensione fatale di Croce e Spinelli in pallone areostatico, il 15 aprile 1875, gl'intrepidi areonauti morirono asfissiati a 8600 metri di altezza dove la colonna del barometro non misurava che 26 centimetri. Voi intendete ora perchè dagli sperimenti di Torricelli nascesse lo strumento chiamato *barometro* (misuratore del peso e si capisce, benchè sottinteso, dell'aria).

« Che ha da vedere, domanderete, il barometro che misura la pressione atmosferica col tempo buono o cattivo? — Ha da vedere benissimo. L'aria non ha costantemente la medesima densità. Nei nostri paesi, i venti di nord e nord-est, asciutti e freddi, ci recano il bel tempo, e fanno salire la colonna barometrica perchè rendono l'aria più pesante: invece quelli di sud e sud-ovest, caldi, apportatori di nembi e procelle, recano il cattivo tempo, e fanno scendere la colonna barometrica, perchè rendono l'aria più leggera. Non vedemmo che il calore dilata i corpi, e l'aria come tutti gli altri? Non usò Montgolfier l'aria calda, più leggera, per far ascendere il suo pallone? E non s'è detto, or ora, che il tempo umido, piovoso, diminuisce la pressione atmosferica, donde in noi quel senso di malessere e fin di soffoco, il quale ci fa credere proprio il contrario del vero, cioè che l'aria si faccia pesante? Sono dunque i venti del sud e del sud-est, gli scirocchi e i libecci, che quell'originale di Verona avrebbe dovuto bastonare.

Gli osservatori meterologici misurano con grande cura e precisione le più piccole variazioni della colonna barometrica, e possono predire il variare del tempo. Fu accertato che nella massa d'aria dalla quale siamo circondati, delle onde s'incalzano come nel mare. Quelle d'aria condensata recano il bel tempo; quelle d'aria rarefatta, il tempo cattivo e le tempeste. Di queste onde si può seguire il cammino facilmente, e predirne l'arrivo in luoghi lontani. Il barometro le avverte e la segnala fin dal loro avvicinarsi.

7. — Una volta, suonava la campana a martello, perchè tutti accorressero a prestare aiuto, in caso d'incendio. Ora, nelle grandi città almeno, questo non avviene più. Una telefonata ai pompieri, ed essi accorrono con le trombe. Un'utile istituzione quella de' pompieri, operai e soldati del fuoco, animosi, che non solo sanno isolarlo e spegnerlo, ma all'occasione si lanciano tra le fiamme per mettere in salvo oggetti preziosi e persone. La prima compagnia di pompieri fu instituita a Parigi nel 1811. Nel 1830, Aldini inventò l'abito incombustibile, che si compone di due vestiti: il primo fatto di un tessuto fitto d'amianto e di lana resa incombustibile da una soluzione salina; il secondo di tela metallica da sovrapporsi all'altro. Indossandoli, si può sopportare per qualche tempo l'azione delle fiamme, senza provarne i funesti effetti, perchè il tessuto metallico esterno le raffredda, e quello d'amianto e lana, cattivi conduttori, trasmettono molto debolmente il calore. Nel 1867, un'altra utile invenzione venne a diminuire il pericolo dei pompieri, che spesso, asfissiati e accecati dalle fiamme, non potevano spiegare negl'incendi tutto il loro valore. Essi vennero muniti d'un apparecchio respiratorio, combustibile, pieno d'aria, da accinghiare alle spalle. Due tubi di gomma portavano alla bocca l'aria da respirare, che durava da 15 a 20 minuti, tempo sufficiente per rimanere fra le fiamme. Una molla chiudeva ermeticamente le narici; degli occhiali speciali preservavano gli occhi dal fumo; un fischietto serviva per chiedere soccorso. Nel 1871, il sacco respiratorio fu perfezionato:

per esso il pompiere può respirar l'aria del luogo dove si trova, filtrata e resa respirabile.

Ma la macchina con la quale i pompieri lanciano acqua su le fiamme dell'incendio per isolarlo è un'applicazione delle esperienze di Torricelli su la pressione atmosferica. Sembra che la prima, a carro, fosse congegnata in Germania nel 1662. Ebbe poi tali perfezionamenti che ne accrebbero straordinariamente l'efficacia.

Voi sapete che cosa sia una pompa. Fate muovere un'asta lateralmente, e l'acqua esce in getto continuo da una cannella. Perchè? Nel corpo della pompa, sale e scende uno stantuffo munito di due valvole che s'aprono dal basso all'alto: un tubo alla cui estremità superiore è applicata una valvola che s'apre allo stesso modo, scende nell'acqua del serbatoio. Lo stantuffo sale, rarefà l'aria sottoposta, e allora la pressione atmosferica esercitata su la superficie dell'acqua fa salire questa nel tubo. La valvola posta alla sommità s'apre per la spinta che riceve e l'acqua irrompe nel corpo di pompa, donde per le valvole dello stantuffo che la comprime giunge al di sopra di esso, ed esce per un tubo a cannella collocata su l'alto. È la pompa *aspirante*.

Lo stantuffo non ha valvole; il corpo di pompa è tutto immerso nell'acqua del serbatoio e sul fondo è applicata una valvola che s'apre dal basso all'alto. Un tubo congiunto con esso ne risale alla superficie. Al fondo, là dove comunica col corpo di pompa, è un'altra valvola che s'apre dal basso all'alto. Lo stantuffo sale, e l'acqua, aspirata dal serbatoio per la valvola sottoposta, si caccia nel corpo della pompa. Lo stantuffo ridiscende, l'acqua premuta apre la valvola del tubo d'ascensione, vi s'introduce e sale dal basso in un getto d'altezza illimitata. È la pompa *premente*. I getti dei giardini pubblici sono dovuti a congegni cosiffatti.

Finalmente il corpo di pompa è collocato sopra la superficie dell'acqua, nella quale discende un tubo d'aspirazione. Lo stantuffo si solleva; l'acqua per la valvola che si trova all'estremità del tubo, e che s'apre dal basso in alto, sale nel corpo di pompa. Lo stantuffo ri-

discende, e l'acqua viene spinta nel tubo d'ascensione. È la pompa *aspirante e premente*.

Le pompe da incendio, sono prementi e doppie. Il tubo d'ascensione, di guttaperca, si sprofonda nel serbatoio d'acqua più vicino. L'aria contenuta in un serbatoio apposito, con la sua forza elastica, moltiplica l'energia del getto.

È la buona acqua che irriga i campi e gli orti, che disseta e deterge e monda: l'acqua che zampilla dalle sorgenti, che scende in pioggie e si raccoglie nelle cisterne, che le vene conducono alle fontane e ai pozzi; che scorre nei fiumi, si precipita dalle cascate diventando forza motrice; l'acqua che balza precipitosa fra i massi dei torrenti, che si spande nei lavatoi dove la biancheria abbandona il sudiciume, o si spoglia della liscivia dopo esser uscita di bucato, e s'allontana schiumosa di sapone.

Grande, utile scoperta quella del sapone, che con la pulizia ci dà la salute! Nè il suo nome deriva da Savona, come credono i più, bensì da *sapon*, che è parola greca. Furono i greci antichi a tramandarci la cosa e la parola, perchè l'uso del sapone è antichissimo fra i popoli civili, e i greci di civiltà furono maestri. L'operaio che raccoglie un pugno di terra, e la impasta con acqua per strofinarne le mani e detergerle, compone il sapone primitivo. Ma la pelle ne riman ruvida. Chi usi poi sostanze caustiche, quali soda e potassa, la corrode, e però queste vengono mescolate con olî o grassi che le rammolliscono, e con essenze odorose, grate all'olfatto. Esso apre i pori, ci dà un senso di freschezza e di benessero, perchè la pulizia solleva lo spirito, come deterge li corpo: lo rende vivace, aperto alla gioia, avido d'attività.

8. — Son finite le scoperte? Esse incominciano ora appena. Scoperte e invenzioni d'applicazione però. L'uomo possiede ormai il segreto delle grandi forze naturali gli strumenti d'un progresso indefinito. Da essi trarrà certo altre forme d'ingegnosità, altri mezzi per moltiplicare le proprie energie. Fu detto che lunga è l'arte,

breve la vita. Si tende ora a rendere la vita, nella sua brevità, capace di molta arte. La macchina deve lavorare per noi. Tutto si automatizza: tutto concorre a risparmiarci gl'indugi, a diminuire i nosrti bisogni appagandoli. Mai la vita ebbe maggiore e più febbrile intensità. Vedere, far molte cose in poco tempo: farle presto, farle bene. La vecchia massima, « presto e bene raro avviene », non ha più senso comune. L'inventore, lo scopritore, lavorarono per noi: molti meccanismi che guardiamo indifferenti, perchè assuefatti al loro aiuto, sono il prodotto di secoli di pensiero e di lavoro instancabile.

Alle grandi invenzioni, alle grandi scoperte, succedono le piccole, e pur così utili nella pratica quotidiana dell'esistenza. Esse pullulano a migliaia dall'ingegnosità umana: piccoli attrezzi, piccoli perfezionamenti di macchine già esistenti, che ne accrescono il rendimento e però il valore, piccoli strumenti dei quali l'uso e la familiarità oscurano l'importanza, ma non la distruggono. Una penna automatica la quale v'offre il mezzo di scrivere molte pagine in buon inchiostro dovunque vi troviate, perchè il suo ventre è un calamaio; la macchina da cucire, che soccorre di così grande aiuto la madre di famiglia e dà pane a migliaia d'operai; la macchina da scrivere, che rende veloci e nitidi i caratteri; il tappo da bottiglia che mantiene l'acqua pura o impedisce alle sostanze volatili di disperdersi; delle spazzole a pàttini per pulire il pavimento senza affaticare le braccia: tutte queste cose, entrate negli usi familiari o industriali, sono riflessi d'invenzioni maggiori.

Il macinino da caffè e quello da zucchero non derivano forse dal mulino? Chi negherà la parentela del pesalettere da studio con le grandi stadere? del soffietto da fornello o da caminetto col mantice delle fucine sonanti? Il mondo dei balocchi riproduce in proporzioni minuscole tute le grandi invenzioni, e rispecchia gli avvenimenti via via si svolgono.

Un tempo chi voleva indicare un progresso vertiginoso diceva: « Si cammina a vapore ». Bisogna ora correggere: « Si cammina con l'elettricità ». — L'elettricità entra quasi dappertutto, fin nelle serrature per renderle

inviolabili dai ladri. Gli automatismi si moltiplicarono. Alla stazione della ferrovia, delle spazzole meccaniche vi lustrano le scarpe; un'altra macchina vi dà il biglietto d'ingresso; un'altra vi porge una tavoletta di cioccolatte; un'altra ancora imprime il vostro nome in rilievo sopra una targretta metallica.

Sarà vero che noi pure tendiamo a diventare automi? Parole. Sempre fummo tali, benchè meno perfetti. L'intelligenza è un congegno automatico d'idee. Scrivendo, seguite forse ne' suoi movimenti la penna? Pensate e la penna vola da sè, frettolosa, su la carta. Camminando, ordinate forse con la volontà a un piede di sollevarsi, all'altro di posare? No, andate, e andando potete leggere, parlare, pensare a ciò che vi piace. L'oratore al quale fluisce dal labbro il discorso, cerca forse le sue idee e le parole per esprimerle? Affatto. Esse gli fluiscono insieme dalla mente e dal labbro, e l'una chiama l'altra. Effetto d'esercizio sapiente, assiduo: d'allenamento, per servirci d'una parola dell'uso comune, per quanto i puristi possano trovarvi a ridire.

La storia delle scoperte si confonde con la storia del progresso umano, e vi dice che bisogna prepararsi appunto con l'allenamento che rende l'occhio linceo e la mente penetrativa, alle grandi opere e ai grandi fatti.

FINE

La le
Il ma
La
La s
Nonn
La c
Un
Nell
Fra
L'a
Co
La
Il
Lo
Il
L
S
F
I
L

INDICE

La leggenda di Bisognino . . . . . Pag. 9
Il mago del focolare . . . . . » 15
La casa . . . . . » 27
La storia di un panino . . . . . » 37
Nonna Pentola e zio Spiedo . . . . . » 49
La coppa e il bicchiere . . . . . » 67
Un amico sincero . . . . . » 85
Nelle viscere della terra . . . . . » 95
Fra incudine e martello . . . . . » 115
L'arte primitiva, ... » 125
Con un vecchio telaio . . . . . » 135
La pentola di Papin . . . . . » 145
Il mistero di un'ampolla . . . . . » 159
La bacchetta magica e roccia fatata . . . . . » 173
Il salvadanaro di Giacomino . . . . . » 195
La conquista dello spazio . . . . . » 205
Strumenti e ali al pensiero. . . . . . » 227
Pace e guerra . . . . . » 237
I prodigi della luce . . . . . » 247
L'onda che va . . . . . » 263